

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

#4
4.3.02
R/N

11046 U.S. PRO
09/04/2001
04/26/01

In the Patent Application of)
)
 Masahiro YAMADA et al.)
)
 Serial No.: To Be Assigned) Group Art Unit: To Be Assigned
)
 Filed: April 26, 2001) Examiner: To Be Assigned
)
 For: OPTICAL DEVICE, OPTICAL SYSTEM, METHOD)
 OF PRODUCTION OF SAME, AND MOLD FOR)
 PRODUCTION OF SAME)

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior applications filed in the following foreign country are hereby requested and the right of priority provided under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Appl. No. 2000-132897 filed April 27, 2000,

Japanese Patent Appl. No. 2000-189729 filed June 20, 2000,

Japanese Patent Appl. No. 2000-189730 filed June 20, 2000,

Japanese Patent Appl. No. 2000-246934 filed August 16, 2000,

In support of this claim, filed herewith are certified copies of said original foreign applications.

Respectfully submitted,

Ronald P. Kananen
Reg. No. 24,104

Dated: April 26, 2001

RADER, FISHMAN & GRAUER P.L.L.C.
1233 20TH Street, NW
Suite 501
Washington, DC 20036
202-955-3750-Phone
202-955-3751-Fax

50190635 US00

J1046 U.S. PTO
09/842021



04/26/01

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2000年 4月 27日

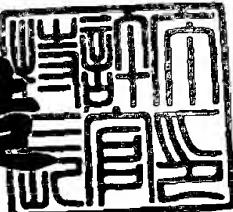
出願番号
Application Number: 特願2000-132897

出願人
Applicant(s): ソニー株式会社

2001年 3月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3014943

【書類名】 特許願
 【整理番号】 0000328506
 【提出日】 平成12年 4月27日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G02B 3/00
 G11B 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
 内

【氏名】 山田 正裕

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
 内

【氏名】 河内山 彰

【特許出願人】

【識別番号】 000002185
 【氏名又は名称】 ソニー株式会社
 【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100094053

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 隆久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014890
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

特2000-132897

【包括委任状番号】 9707389

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子、光学素子の製造方法および光学系

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の光学材料からなる基材と、

前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料と

を有する光学素子であって、

前記基材は凹部を有し、この凹部には前記第2の光学材料が充填されている光学素子。

【請求項2】

前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、

前記基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第2の平坦面と、前記第2の平坦面に対して平行または略平行な第1の平坦面とを有する

請求項1記載の光学素子。

【請求項3】

前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面と前記第2の平坦面は、平行または略平行である

請求項2記載の光学素子。

【請求項4】

前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面と前記第2の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する

請求項3記載の光学素子。

【請求項5】

前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、

前記凹部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凹部の表面の形状は、円弧または略円弧である

請求項1記載の光学素子。

【請求項6】

前記第2の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガ

リウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である

請求項1記載の光学素子。

【請求項7】

前記第2の光学材料は、液状の光学材料であり、

前記基材の凹部の形成面には、前記第2の光学材料が満たされた前記凹部を密閉する光学材料からなる層が形成されている

請求項1記載の光学素子。

【請求項8】

前記凹部を密閉する前記層は、一定または略一定の厚さの膜であり、

前記第2の光学材料は、光学油または液晶である

請求項7記載の光学素子。

【請求項9】

第1および第2の光学素子を有する光学系であって、

前記第1の光学素子は、

第1の光学材料からなる第1の基材と、

前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料と

を有し、

前記第1の基材は、回転対称または略回転対称な形状の第1の凹部を有し、この第1の凹部には、前記第2の光学材料が充填されており、

前記第2の光学素子は、

第3の光学材料からなる第2の基材と、

前記第3の光学材料とは屈折率が異なる第4の光学材料と

を有し、

前記第2の基材は、回転対称または略回転対称な形状の第2の凹部を有し、この第2の凹部には、前記第4の光学材料が充填されており、

前記第1および第2の凹部の対称軸が、同一直線上または略同一直線上に位置するように、前記第1および第2の光学素子が接合されている

光学系。

【請求項10】

前記第1の基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第2の平坦面と、前記第2の平坦面に対して平行または略平行な第1の平坦面とを有し、

前記第1の凹部に充填された前記第2の光学材料の表面および前記第2の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置し、

前記第2の基材は、前記第2の凹部の周縁の周囲に位置する第4の平坦面と、前記第4の平坦面に対して平行または略平行な第3の平坦面とを有し、

前記第1および第2の平坦面のうちの一方と、前記第3の平坦面とが接合されている

請求項9記載の光学系。

【請求項11】

前記第2の凹部に充填された前記第4の光学材料の表面と前記第4の平坦面は、平行または略平行である

請求項10記載の光学系。

【請求項12】

前記第2の凹部に充填された前記第4の光学材料の表面と前記第4の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する

請求項11記載の光学系。

【請求項13】

前記第1の凹部は、前記第2の凹部よりも大きく、

前記第1の基材の前記第2の平坦面と、前記第2の基材の前記第3の平坦面とが接合されており、

前記第2の光学材料は、前記第1の光学材料よりも屈折率が大きく、

前記第4の光学材料は、前記第3の光学材料よりも屈折率が大きく、

前記第1の凹部に充填された前記第2の光学材料と、前記第2の凹部に充填された前記第4の光学材料とにより、ソリッドイマージョンレンズが構成されている

請求項10記載の光学系。

【請求項14】

スイングアームに取り付けられる光ヘッドのスライダである

請求項9記載の光学系。

【請求項15】

前記第3の光学材料は、酸化アルミニウムである

請求項14記載の光学系。

【請求項16】

光学素子およびレンズを有する光学系であって、

前記光学素子は、

第1の光学材料からなる基材と、

前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料と

を有し、

前記基材は、回転対称または略回転対称な形状の凹部を有し、この凹部には、

前記第2の光学材料が充填されており、

前記レンズは、回転対称または略回転対称な曲面と平坦面とにより囲まれた形
状を有し、

前記凹部の対称軸と前記レンズの光軸が、同一直線上または略同一直線上に位
置するように、前記レンズと前記光学素子とが接合されている

光学系。

【請求項17】

前記基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第2の平坦面と、前記第2の平
坦面に対して平行または略平行な第1の平坦面とを有し、

前記レンズの平坦面と前記光学素子の前記第1の平坦面とが接合されている

請求項16記載の光学系。

【請求項18】

前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面と前記第2の平坦面は、平行
または略平行である

請求項17記載の光学系。

【請求項19】

前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面と前記第2の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する

請求項18記載の光学系。

【請求項20】

前記レンズは、凸型の形状であると共に前記凹部よりも大きく、

前記第2の光学材料は、前記第1の光学材料よりも屈折率が大きく、

前記凹部に充填された前記第2の光学材料および前記レンズは、ソリッドイメージョンレンズを構成している

請求項17記載の光学系。

【請求項21】

スイングアームに取り付けられる光ヘッドのスライダである

請求項16記載の光学系。

【請求項22】

前記第1の光学材料は、酸化アルミニウムである

請求項21記載の光学系。

【請求項23】

第1の光学材料からなる基材の凹部に、前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、

空洞に対して突出した凸部が形成された金型により、前記凸部の形状を写した凹部が形成された前記第1の光学材料からなる基材を、モールド成形により生成する工程と、

前記モールド成形により生成された前記基材の前記凹部に、前記第2の光学材料を充填する工程と

を有する

光学素子の製造方法。

【請求項24】

前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する

前記 ^上 特2000-132897

前記平坦化する上

て垂直または略垂直な平坦面が

研磨する

請求項24記載の光学素子の製造方法。

形状を有し、
前記凹部の対称軸に対し
光学材料の表面を

【請求項26】

平坦化された前記第2の光学材料の前記表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記基材を研磨する工程をさらに有する

請求項24記載の光学素子の製造方法。

【請求項27】

前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、

前記凸部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凸部の表面の形状は、円弧または略円弧である

請求項23記載の光学素子の製造方法。

【請求項28】

前記第2の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンヒニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である

請求項23記載の光学素子の製造方法。

【請求項29】

前記第2の光学材料は、液状の光学材料であり、

前記第2の光学材料を充填する工程は、

前記モールド成形により生成された前記基材の前記凹部に前記第2の光学材料を満たす工程と、

前記第2の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程と

を有する

請求項23記載の光学素子の製造方法。

【請求項30】

前記凹部を密閉する前記層は、一定または略一定の厚さの膜であり、

前記第2の光学材料は、光学油または液晶である

請求項29記載の光学素子の製造方法。

【請求項31】

第1の光学材料からなる基材の凹部に、前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、

第1の光学材料からなる基材の平坦面に、孔を有するレジストを形成する工程と、

前記孔に対応する凹部を、エッチングによって前記基材に形成する工程と、

前記凹部が形成された前記基材から前記レジストを除去する工程と、

前記レジストが除去された前記基材の前記凹部に、前記第2の光学材料を充填する工程と

を有する

光学素子の製造方法。

【請求項32】

前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する

請求項31記載の光学素子の製造方法。

【請求項33】

前記孔は、円形または略円形であり、

前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、

前記平坦化する工程では、前記凹部の対称軸に対して垂直または略垂直な平坦面が形成されるように、前記第2の光学材料の表面を研磨する

請求項32記載の光学素子の製造方法。

【請求項34】

平坦化された前記第2の光学材料の前記表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記基材を研磨する工程をさらに有する

請求項32記載の光学素子の製造方法。

【請求項35】

前記孔は、円形または略円形であり、

前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、

前記凹部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凹部の表面の形状は
、円弧または略円弧である

請求項31記載の光学素子の製造方法。

【請求項36】

前記第2の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガ
リウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、ま
たは、窒化ケイ素である

請求項31記載の光学素子の製造方法。

【請求項37】

前記第2の光学材料は、液状の光学材料であり、

前記第2の光学材料を充填する工程は、

前記レジストが除去された前記基材の前記凹部に前記第2の光学材料を満たす
工程と、

前記第2の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する
工程と

を有する

請求項31記載の光学素子の製造方法。

【請求項38】

前記凹部を密閉する前記層は、一定または略一定の厚さの膜であり、

前記第2の光学材料は、光学油または液晶である

請求項37記載の光学素子の製造方法。

【請求項39】

第1の光学材料からなる基材の凹部に、前記第1の光学材料とは屈折率が異な
る第2の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、

凸部を備え、前記凸部の周囲が平坦である第2の基材に対し、前記凸部を埋没

させる第1の光学材料の層からなる第1の基材を形成する工程と、
前記第1の基材の表面を平坦化して平坦面を形成し、当該平坦面を、第3の光学材料からなる第3の基材に接合する工程と、
前記第3の基材に接合された前記第1の基材から、前記第2の基材を除去し、
前記第1の基材のうち前記凸部の形状が写された凹部を露出させる工程と、
露出した前記第1の基材の前記凹部に、前記第2の光学材料を充填する工程と
を有する
光学素子の製造方法。

【請求項40】

前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する

請求項39記載の光学素子の製造方法。

【請求項41】

前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、
前記平坦化する工程では、前記凸部の形状が写された前記凹部の対称軸に対し
て垂直または略垂直な平坦面が形成されるように、前記第2の光学材料の表面を
研磨する

請求項40記載の光学素子の製造方法。

【請求項42】

平坦化された前記第2の光学材料の表面に対して平行または略平行な平坦面が
形成されるように、前記第3の基材を研磨する工程をさらに有する

請求項40記載の光学素子の製造方法。

【請求項43】

前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、
前記凸部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凸部の表面の形状は
、円弧または略円弧である

請求項39記載の光学素子の製造方法。

【請求項44】

前記第1の光学材料と前記第3の光学材料は、同一の光学材料である

請求項39記載の光学素子の製造方法。

【請求項45】

前記第2の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である

請求項39記載の光学素子の製造方法。

【請求項46】

前記第2の光学材料は、液状の光学材料であり、

前記第2の光学材料を充填する工程は、

露出した前記第1の基材の前記凹部に、前記第2の光学材料を満たす工程と、

前記第2の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程と

を有する

請求項39記載の光学素子の製造方法。

【請求項47】

前記凹部を密閉する前記層は、一定または略一定の厚さの膜であり、

前記第2の光学材料は、光学油または液晶である

請求項46記載の光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学素子およびその製造方法と、前記光学素子を有する光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】

レンズを製造する場合、以下の第1～第3の製造方法が知られている。

第1の製造方法は、所望のレンズ形状に加工された金型に光学材料を充填し、モールド成形によりレンズを製造する方法である。

第2の製造方法は、反応性イオンエッティング（R I E : Reactive Ion Etching

) 等のエッチングを利用し、フォトレジスト等をマスク（エッチングマスク）として用い、光学材料を所定形状にエッチングして当該光学材料からなるレンズを製造する方法である。

第3の製造方法は、光学材料からなる基材をレンズ形状に機械研磨することによりレンズを製造する方法である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従来の上記第1の製造方法、すなわち、モールド成形を用いる方法では、開口数が大きい小型のレンズを製造することが難しく、レンズ直径を1mm以下にすることは困難である。

従来の上記第2の製造方法、すなわち、RIE等のエッチング技術を用いる方法では、光学材料が制限されるため、高屈折率の材料を用いることが困難であり、開口数NAが大きいレンズを実現することが困難である。

従来の第3の製造方法では、小型のレンズを製造することが困難である。

【0004】

レンズの開口数を大きくすると、レンズを通過して生成される光スポットの大きさを小さくすることが可能である。光ディスクの大容量化の観点から、光ヘッドのレンズ（対物レンズ）の開口数NAを大きくすることが望まれる。

また、レンズ等の光学素子は種々の光学装置に使用されており、光学装置の小型化の観点から、光学素子の小型化が望まれる。

【0005】

開口数が大きい光学素子を実現するには、光学材料の屈折率が大きいことが有効である。

可視光の領域において高屈折率の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム（ガリウムリン）、窒化ガリウム、窒化ケイ素（窒化シリコン）等がある。

しかし、これらの材料を、従来技術では開口数が大きい小型のレンズに加工することは困難である。

【0006】

また、従来のレンズは、不定形をしているものが多い。このような不定形の複数のレンズをアライメントするには、3次元方向の高精度の位置合わせが必要であり、アライメントの作業の負担が大きい。

また、光ヘッドがスイングアームに搭載されたフライングヘッド（浮上ヘッド）を構成する場合、スライダとレンズとを別個に作成して高精度に貼り合わせることにより光ヘッドを作成可能であるが、この場合は貼合わせ作業の負担ひいては光ヘッドの作成の負担が大きい。

【0007】

本発明の第1の目的は、小型の光学素子を生成可能な光学素子の製造方法を提供することにあり、第2の目的は、小型で開口数が大きい光学素子を生成可能な光学素子の製造方法を提供することにあり、前記製造方法から生成可能な光学素子を提供することを第3の目的とし、当該光学素子を有する光学系を提供することを第4の目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る光学素子は、第1の光学材料からなる基材と、前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料とを有する光学素子であって、前記基材は凹部を有し、この凹部には前記第2の光学材料が充填されている。

【0009】

本発明に係る光学素子では、好適には、前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第2の平坦面と、前記第2の平坦面に対して平行または略平行な第1の平坦面とを有する。

【0010】

本発明に係る光学素子では、より好適には、前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面と前記第2の平坦面は、平行または略平行である。

本発明に係る光学素子では、更に好適には、前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面と前記第2の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する。

【0011】

本発明に係る光学素子では、好適には、前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記凹部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凹部の表面の形状は、円弧または略円弧である。

【0012】

本発明に係る光学素子では、好適には、前記第2の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である。

【0013】

本発明に係る光学素子では、例えば、前記第2の光学材料は、液状の光学材料であり、前記基材の凹部の形成面には、前記第2の光学材料が満たされた前記凹部を密閉する光学材料からなる層が形成されている構成としてもよい。この場合、前記凹部を密閉する前記層は、例えば一定または略一定の厚さの膜とし、前記第2の光学材料は、例えば光学油または液晶とする。

【0014】

本発明に係る第1の光学系は、第1および第2の光学素子を有する光学系であって、前記第1の光学素子は、第1の光学材料からなる第1の基材と、前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料とを有し、前記第1の基材は、回転対称または略回転対称な形状の第1の凹部を有し、この第1の凹部には、前記第2の光学材料が充填されており、前記第2の光学素子は、第3の光学材料からなる第2の基材と、前記第3の光学材料とは屈折率が異なる第4の光学材料とを有し、前記第2の基材は、回転対称または略回転対称な形状の第2の凹部を有し、この第2の凹部には、前記第4の光学材料が充填されており、前記第1および第2の凹部の対称軸が、同一直線上または略同一直線上に位置するように、前記第1および第2の光学素子が接合されている。

【0015】

本発明に係る第1の光学系では、好適には、前記第1の基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第2の平坦面と、前記第2の平坦面に対して平行または略平行な第1の平坦面とを有し、前記第1の凹部に充填された前記第2の光学材料の

表面および前記第2の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置し、前記第2の基材は、前記第2の凹部の周縁の周囲に位置する第4の平坦面と、前記第4の平坦面に対して平行または略平行な第3の平坦面とを有し、前記第1および第2の平坦面のうちの一方と、前記第3の平坦面とが接合されている。

【0016】

本発明に係る第1の光学系では、より好適には、前記第2の凹部に充填された前記第4の光学材料の表面と前記第4の平坦面は、平行または略平行である。

本発明に係る第1の光学系では、更に好適には、前記第2の凹部に充填された前記第4の光学材料の表面と前記第4の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する。

【0017】

本発明に係る第1の光学系では、好適には、前記第1の凹部は、前記第2の凹部よりも大きく、前記第1の基材の前記第2の平坦面と、前記第2の基材の前記第3の平坦面とが接合されており、前記第2の光学材料は、前記第1の光学材料よりも屈折率が大きく、前記第4の光学材料は、前記第3の光学材料よりも屈折率が大きく、前記第1の凹部に充填された前記第2の光学材料と、前記第2の凹部に充填された前記第4の光学材料とにより、ソリッドイマージョンレンズが構成されている。

【0018】

本発明に係る第1の光学系は、例えば、スイングアームに取り付けられる光ヘッドのスライダに用いてもよく、この場合、前記第3の光学材料は、酸化アルミニウムとすることが好ましい。

【0019】

本発明に係る第2の光学系は、光学素子およびレンズを有する光学系であって、前記光学素子は、第1の光学材料からなる基材と、前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料とを有し、前記基材は、回転対称または略回転対称な形状の凹部を有し、この凹部には、前記第2の光学材料が充填されており、前記レンズは、回転対称または略回転対称な曲面と平坦面とにより囲まれた形状を有し、前記凹部の対称軸と前記レンズの光軸が、同一直線上または略同一直線上

に位置するように、前記レンズと前記光学素子とが接合されている。

【0020】

本発明に係る第2の光学系では、好適には、前記基材は、前記凹部の周縁の周囲に位置する第2の平坦面と、前記第2の平坦面に対して平行または略平行な第1の平坦面とを有し、前記レンズの平坦面と前記光学素子の前記第1の平坦面とが接合されている。

【0021】

本発明に係る第2の光学系では、より好適には、前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面と前記第2の平坦面は、平行または略平行である。

本発明に係る第2の光学系では、更に好適には、前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面と前記第2の平坦面は、同一平面上または略同一平面上に位置する。

【0022】

本発明に係る第2の光学系では、好適には、前記レンズは、凸型の形状であると共に前記凹部よりも大きく、前記第2の光学材料は、前記第1の光学材料よりも屈折率が大きく、前記凹部に充填された前記第2の光学材料および前記レンズは、ソリッドイメージョンレンズを構成している。

【0023】

本発明に係る第2の光学系は、例えば、スイングアームに取り付けられる光ヘッドのスライダに用いてもよく、この場合、前記第1の光学材料は、酸化アルミニウムとすることが好ましい。

【0024】

本発明に係る第1の光学素子の製造方法は、第1の光学材料からなる基材の凹部に、前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、空洞に対して突出した凸部が形成された金型により、前記凸部の形状を写した凹部が形成された前記第1の光学材料からなる基材を、モールド成形により生成する工程と、前記モールド成形により生成された前記基材の前記凹部に、前記第2の光学材料を充填する工程とを有する。

【0025】

本発明に係る第1の光学素子の製造方法は、好適には、前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する。

【0026】

本発明に係る第1の光学素子の製造方法では、より好適には、前記基材の凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記平坦化する工程では、前記凸部の形状が写された前記凹部の対称軸に対して垂直または略垂直な平坦面が形成されるように、前記第2の光学材料の表面を研磨する。

【0027】

本発明に係る第1の光学素子の製造方法は、より好適には、平坦化された前記第2の光学材料の前記表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記基材を研磨する工程をさらに有する。

【0028】

本発明に係る第1の光学素子の製造方法では、好適には、前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記凸部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凸部の表面の形状は、円弧または略円弧である。

【0029】

本発明に係る第1の光学素子の製造方法では、好適には、前記第2の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である。

【0030】

本発明に係る第1の光学素子の製造方法では、例えば、前記第2の光学材料は、液状の光学材料であり、前記第2の光学材料を充填する工程は、前記モールド成形により生成された前記基材の前記凹部に前記第2の光学材料を満たす工程と、前記第2の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程とを有する構成としてもよい。この場合、前記凹部を密閉する前記層は、例えば一定または略一定の厚さの膜とし、前記第2の光学材料は、例えば光学油または液晶とする。

【0031】

本発明に係る第2の光学素子の製造方法は、第1の光学材料からなる基材の凹部に、前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、第1の光学材料からなる基材の平坦面に、孔を有するレジストを形成する工程と、前記孔に対応する凹部を、エッチングによって前記基材に形成する工程と、前記凹部が形成された前記基材から前記レジストを除去する工程と、前記レジストが除去された前記基材の前記凹部に、前記第2の光学材料を充填する工程とを有する。

【0032】

本発明に係る第2の光学素子の製造方法は、好適には、前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する。

【0033】

本発明に係る第2の光学素子の製造方法では、より好適には、前記孔は、円形または略円形であり、前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記平坦化する工程では、前記凹部の対称軸に対して垂直または略垂直な平坦面が形成されるように、前記第2の光学材料の表面を研磨する。

【0034】

本発明に係る第2の光学素子の製造方法は、より好適には、平坦化された前記第2の光学材料の前記表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記基材を研磨する工程をさらに有する。

【0035】

本発明に係る第2の光学素子の製造方法では、好適には、前記孔は、円形または略円形であり、前記凹部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記凹部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凹部の表面の形状は、円弧または略円弧である。

【0036】

本発明に係る第2の光学素子の製造方法では、好適には、前記第2の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンヒニオブと酸素の化合物、チタンヒタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素であ

る。

【0037】

本発明に係る第2の光学素子の製造方法では、例えば、前記第2の光学材料は、液状の光学材料であり、前記第2の光学材料を充填する工程は、前記レジストが除去された前記基材の前記凹部に前記第2の光学材料を満たす工程と、前記第2の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程とを有する構成としてもよい。この場合、前記凹部を密閉する前記層は、例えば一定または略一定厚さの膜とし、前記第2の光学材料は、例えば光学油または液晶とする。

【0038】

本発明に係る第3の光学素子の製造方法は、第1の光学材料からなる基材の凹部に、前記第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料が充填された光学素子を製造する製造方法であって、凸部を備え、前記凸部の周囲が平坦である第2の基材に対し、前記凸部を埋没させる第1の光学材料の層からなる第1の基材を形成する工程と、前記第1の基材の表面を平坦化して平坦面を形成し、当該平坦面を、第3の光学材料からなる第3の基材に接合する工程と、前記第3の基材に接合された前記第1の基材から、前記第2の基材を除去し、前記第1の基材のうち前記凸部の形状が写された凹部を露出させる工程と、露出した前記第1の基材の前記凹部に、前記第2の光学材料を充填する工程とを有する。

【0039】

本発明に係る第3の光学素子の製造方法は、好適には、前記凹部に充填された前記第2の光学材料の表面を平坦化する工程をさらに有する。

【0040】

本発明に係る第3の光学素子の製造方法では、より好適には、前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記平坦化する工程では、前記凸部の形状が写された前記凹部の対称軸に対して垂直または略垂直な平坦面が形成されるように、前記第2の光学材料の表面を研磨する。

【0041】

本発明に係る第3の光学素子の製造方法は、より好適には、平坦化された前記

第2の光学材料の表面に対して平行または略平行な平坦面が形成されるように、前記第3の基材を研磨する工程をさらに有する。

【0042】

本発明に係る第3の光学素子の製造方法では、好適には、前記凸部は、回転対称または略回転対称な形状を有し、前記凸部をその対称軸に沿って切断した場合における前記凸部の表面の形状は、円弧または略円弧である。

【0043】

本発明に係る第3の光学素子の製造方法では、好適には、前記第1の光学材料と前記第3の光学材料は、同一の光学材料である。

【0044】

本発明に係る第3の光学素子の製造方法では、好適には、前記第2の光学材料は、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素である。

【0045】

本発明に係る第3の光学素子の製造方法では、例えば、前記第2の光学材料は、液状の光学材料であり、前記第2の光学材料を充填する工程は、露出した前記第1の基材の前記凹部に、前記第2の光学材料を満たす工程と、前記第2の光学材料が満たされた前記凹部を、光学材料からなる層で密閉する工程とを有する構成としてもよい。この場合、前記凹部を密閉する前記層は、例えば一定または略一定の厚さの膜とし、前記第2の光学材料は、例えば光学油または液晶とする。

【0046】

上記した本発明に係る第1の光学素子の製造方法において、金型は、空洞に対して突出した凸部を有する。この金型により、基材をモールド成形することで、凸部の形状を写した凹部を基材に形成することができる。

第1の光学材料からなる基材の凹部に、第2の光学材料を充填することで、屈折率の違いにより凹部の表面で光を屈折させることができる。金型の凸部を小型にすることで、基材の凹部を小型にすことができ、小型の光学素子を生成可能である。

また、第2の光学材料として、屈折率が大きい材料、例えば、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素を用いることで、開口数の大きい光学素子を生成可能である。

【0047】

上記した本発明に係る第2の光学素子の製造方法において、第1の光学材料からなる基材の平坦面に、円形または略円形の孔を有するレジストを形成することで、孔に対応する凹部をエッチングにより形成することができる。

凹部が形成された基材からレジストを除去し、凹部に第2の光学材料を充填することで、屈折率の違いによって凹部の表面で光を屈折させることができる。孔を小型にすることで、基材の凹部を小型にすることことができ、小型の光学素子を生成可能である。

また、第2の光学材料として、屈折率が大きい材料、例えば、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素を用いることで、開口数の大きい光学素子を生成可能である。

【0048】

上記した本発明に係る第3の光学素子の製造方法において、第2の基材は、凸部を備え、当該凸部の周囲が平坦である。

この第2の基材に対し、凸部を埋没させる第1の光学材料の層からなる第1の基材を形成することで、凸部の形状を写した凹部を第1の基材に形成することができる。

第1の基材の表面を平坦化して平坦面を形成し、当該平坦面を、第3の光学材料からなる第3の基材に接合し、第3の基材に接合された第1の基材から、第2の基材を除去することで、第1の基材のうち凸部の形状を写した凹部を露出させることができる。

第1の基材の凹部に、第2の光学材料を充填することで、屈折率の違いによって凹部の表面で光を屈折させることができる。第2の基材の凸部を小型にすることで、第1の基材の凹部を小型にすることことができ、小型の光学素子を生成可能で

ある。

また、第2の光学材料として、屈折率が大きい材料、例えば、酸化チタン、酸化タンタル、リン化ガリウム、窒化ガリウム、チタンとニオブと酸素の化合物、チタンとタンタルと酸素の化合物、または、窒化ケイ素を用いることで、開口数の大きい光学素子を生成可能である。

【0049】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照して説明する。

【0050】

光学素子

図1は、本発明に係る光学素子の実施の形態を示す概略的な構成図である。

この光学素子100は、直方体または略直方体の形状を有する。光学素子100は、基材（基体）101とレンズ102とを有する。、

光学素子100の基材101およびレンズ102は屈折率が異なり、基材101およびレンズ102の境界で光を屈折させることができる。例えば、基材101の上面100Uに光を入射させた場合に、下面100Bから出射する光を、レンズ102により収束（集束）または発散させることができ、または平行光にすることができる。

【0051】

基材101は、基材101の下面に回転対称または略回転対称な凹部101Bを有する。凹部101Bをその対称軸に沿って切断した場合における凹部101Bの表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部101Bは、基材101とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部101Bによりレンズ102が構成されている。

【0052】

レンズ102の下面は、平坦または略平坦であり、光学素子100の上面100U（または基材101の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ102の下面および基材101の下面の平坦面は、平行または略平行であり、好適には、同一平面上に位置する。図1において、レンズ102の下面および基

材101の下面の平坦面は、光学素子100の下面100Bを構成している。

【0053】

基材101の材料を例えば石英とし、レンズ102の材料を例えば窒化ケイ素（窒化シリコン）とした場合、レンズ102は基材101よりも屈折率が大きいので、凸レンズの機能をレンズ102に持たせることができる。

逆に、基材101の材料を例えば窒化ケイ素とし、レンズ102の材料を例えば石英とした場合、レンズ102は基材101よりも屈折率が小さいので、凹レンズの機能をレンズ102に持たせることができる。

【0054】

光学素子の製造方法の第1の実施の形態

図2および図3は、光学素子の製造方法の第1の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図1の光学素子100と同一構造または略同一構造の光学素子を得ることが可能である。

【0055】

図2 (A) は、金型3を示している。この金型3には、液状または流動体状の光学材料6Lが通過する通路4と、空洞（キャビティ）3Cとが形成されている。また、金型3の底部には、空洞3Cに対して突起した凸部5が形成されており、凸部5の周囲は平坦になっている。

凸部5は、図1の光学素子100のレンズ102の形状と同一であり、回転対称または略回転対称な形状を有する。

【0056】

図2 (B) では、金型3の通路4から光学材料6Lを空洞3Cに注入し、光学材料6を空洞3Cに充填する。注入する光学材料6Lは、例えば溶融石英、プラスチック、合成樹脂等とする。

【0057】

図2 (C) では、液状の光学材料6Lを固体状の光学材料6Mに硬化させ、光学材料6Mからなる基材6を金型3から取り出す。金型3から取り出された基材6の底部には、凸部5の形状が転写されて凹部6Bが形成されている。基材6の凹部6Bの周囲は、平坦になっている。

【0058】

図3 (D) では、光学材料6の底部の凹部6Bに、光学材料7Mを充填する。光学材料7Mは、光学材料6とは異なる屈折率を有し、好適には光学材料6よりも大きい屈折率を有し、一例として窒化ケイ素とする。

例えば、基材6の底部に、スパッタリングまたは蒸着により光学材料7Mの層7を形成することで、基材6の凹部6Bに光学材料7Mを充填する。この場合、凹部6Bに対応する凹部7Bが、層7に形成される。

【0059】

図3 (E) では、層7の底面を平坦化する。例えば、層7の底面の凹部7Bが無くなるように研磨する。好ましくは、基材6の凹部6Bの対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層7の底面を研磨する。または、基材6の凹部6Bの周囲の平坦面と層7の底面とが平行または略平行になるように層7を研磨する。

基材6の凹部6Bの周囲の平坦面が露出するように層7を研磨し、さらに、基材6の上面を、平坦化された層7の平坦面に対して平行または略平行になるように研磨することで、図1の光学素子100と同じ構造の光学素子を得ることが可能である。

【0060】

金型3の底部は、空洞3Cに対して突起した凸部5を有するので、空洞3Cに対して窪んだ形状の凹部を形成してモールド成形により凸レンズを作成する場合に比べ、加工精度を向上することができる。このように、金型3を使用することで、モールド成形の凸レンズよりも加工精度の高い小型の凸レンズを作成可能である。

【0061】

なお、図2 (A), (B) に示す金型に代えて、上金型と下金型を用いてモールド成形を行ってもよい。下金型の底部には、凸部が形成されており、この凸部の周囲は平坦になっている。この凸部は、図2 (A), (B) の凸部5と同一である。

先ず、下金型および上金型の間の空洞に、光学材料（例えばガラス材料）を注

入り、ガラス材料、下金型および上金型を所定の温度に同時に加熱することで、ガラス材料を軟化させる。そして、軟化したガラス材料を上金型でプレスする。

次に、ガラス材料、下金型および上金型を冷却してガラス材料を硬化させて基材6を金型から取り出す。この金型から取り出された基材6の底部には、下金型の底部の凸部の形状が転写されて凹部6Bが形成されている。

このようにして、図2 (C) に示す基材6を得ることも可能である。

【0062】

光学素子の製造方法の第2の実施の形態

図4および図5は、光学素子の製造方法の第2の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図1の光学素子100と同一構成または略同一構成の光学素子を得ることが可能である。

【0063】

図4 (A) では、基材の一例であるシリコン基板8の平坦面に、レジスト9を形成する。レジスト9の底面の大きさは、図1中のレンズ102の底面の大きさと同一または略同一とする。

【0064】

図4 (B) では、レジスト9をマスクとし、エッティングによりシリコン基板8の表面に凸部8Uを形成する。凸部8Uの形状は、レンズ102の形状と同一であり、回転対称または略回転対称な形状である。エッティングとしては、例えば、イオンミリング法、RIE法などを用いる。なお、図4 (B) では、アンダーカットを利用したエッティングを行ってもよい。

【0065】

図4 (C) では、凸部8Uが形成されたシリコン基板8の表面に、凸部8Uが埋没するように光学材料10Mを積層させ、光学材料10Mの層10からなる基材を形成する。層10は、例えば、スパッタリング法、蒸着法などにより、形成してもよい。

シリコン基板8上に層10が形成されると、凸部8Uに対応する凸部10Uが、層10の上面に形成される。

【0066】

図4 (D) では、層10の上面を平坦化する。例えば、層10の上面の凸部10Uが無くなるように研磨する。好ましくは、シリコン基板8の凸部8Uの対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層10の上面を研磨する。または、シリコン基板8の凸部8Uの周囲の平坦面と層10の上面とが平行または略平行になるように層10を研磨する。

【0067】

図4 (E) では、層10の平坦化された上面10Sに、光学材料11Mからなる基材11の平坦面を接合する。接合方法としては、例えば、透明な接着剤により接着してもよく、陽極接合により接合してもよい。光学材料11Mは、好ましくは、光学材料10Mと同じ材料とする。

【0068】

図5 (F) では、図4 (E) の層10の下面に接合されていたシリコン基板8を除去し、層10の下面を露出させる。シリコン基板8は、例えば水酸化カリウム水溶液により溶解させて除去してもよい。

層10の下面には、シリコン基板8の凸部8Uの形状が転写されており、凸部8Uに対応する凹部10Bが形成されている。

【0069】

図5 (G) では、層10の下面の凹部10Bに光学材料7Mを充填する。光学材料7Mは、光学材料10Mとは異なる屈折率を有し、好適には光学材料10Mよりも大きい屈折率を有し、一例として窒化ケイ素とする。

例えば、層10の下面に、スパッタリングまたは蒸着により光学材料7Mの層7を形成することで、層10の凹部10Bに光学材料7Mを充填する。この場合、凹部10Bに対応する凹部7Bが、層7に形成される。

【0070】

図5 (H) では、層7の下面を平坦化する。例えば、層7の底面の凹部7Bが無くなるように研磨する。好ましくは、層10の凹部10Bの対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層7の底面を研磨する。または、層10の凹部10Bの周囲の平坦面と層7の底面とが平行または略平行になるように層7を研

磨する。

層10の凹部10Bの周囲の平坦面が露出するように層7を研磨し、さらに、基材11の上面を、層7の研磨面に対して平行または略平行になるように研磨することで、または、基材11を除去することで、図1の光学素子100と同一構造または略同一構造の光学素子を得ることが可能である。

【0071】

光学素子の製造方法の第3の実施の形態

図6および図7は、光学素子の製造方法の第3の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図1の光学素子100と同一構成または略同一構成の光学素子を得ることが可能である。

【0072】

図6(A)では、基材の一例であるシリコン基板18の平坦面にレジスト19を形成する。レジスト19の底面の大きさは、図1中のレンズ102の底面の大きさと同一とする。

【0073】

図6(B)では、レジスト19が形成されたシリコン基板18の表面に、レジスト19が埋没するように光学材料20Mを積層させ、光学材料20Mの層20からなる基材を形成する。光学材料20Mの層20は、例えば、スパッタリング法、蒸着法を用いて形成してもよい。光学材料20Mは、例えば、酸化アルミニウムとしてもよい。

シリコン基板18上に層20が形成されると、レジスト19に応じた凸部20Uが、層20の表面に形成される。

【0074】

図6(C)では、層20の上面を平坦化する。例えば、層20の上面の凸部20Uが無くなるように研磨する。好ましくは、シリコン基板18上のレジスト19の対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層20の上面を研磨する。または、シリコン基板18上のレジスト19の周囲の平坦面と層20の上面とが平行または略平行になるように層20を研磨する。

【0075】

図6 (D) では、層20の上面20Sに、光学材料21Mからなる基材21の平坦面を接合する。接合方法としては、例えば、透明な接着剤により接着してもよく、陽極接合により接合してもよい。光学材料21Mは、好ましくは、光学材料20Mと同一の材料とする。

【0076】

図7 (E) では、図6 (D) の層20の下面に接合されていたシリコン基板18およびレジスト19を除去し、層20の下面を露出させる。シリコン基板18は、例えば水酸化カリウム水溶液により溶解させて除去してもよい。レジスト19は、例えばレジスト用の剥離液または有機溶剤（例えばアセトン）等により溶解させて除去してもよい。

層20の下面には、レジスト19の形状が転写されており、レジスト19の形状に対応する凹部20Bが形成されている。

【0077】

図7 (F) では、層20の下面の凹部20Bに光学材料7Mを充填する。光学材料7Mは、光学材料20Mとは異なる屈折率を有し、好適には光学材料20Mよりも大きい屈折率を有し、一例として窒化ケイ素とする。

例えば、層20の下面に、スパッタリングまたは蒸着により光学材料7Mの層7を形成することで、層20の凹部20Bに光学材料7Mを充填する。この場合、凹部20Bに対応する凹部7Bが、層7に形成される。

【0078】

図7 (G) では、層7の下面を平坦化する。例えば、層7の底面の凹部7Bが無くなるように研磨する。好ましくは、層20の凹部20Bの対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層7の底面を研磨する。または、層20の凹部20Bの周囲の平坦面と層7の底面とが平行または略平行になるように層7を研磨する。

層20の凹部20Bの周囲の平坦面が露出するように層7を研磨し、さらに、基材21の上面を、層7の研磨面に対して平行または略平行になるように研磨することで、または、基材21を除去することで、図1の光学素子100と同一構

造または略同一構造の光学素子を得ることが可能である。

【0079】

光学素子の製造方法の第4の実施の形態

図8および図9は、光学素子の製造方法の第4の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図1の光学素子100と同一構成または略同一構成の光学素子を得ることが可能である。

【0080】

図8（A）では、光学材料31Mからなる基材31の平坦面に、レジスト29を形成する。光学材料31Mは、例えば石英とする。

基材31上のレジスト29には、円形または略円形の孔29Hが形成されている。

【0081】

図8（B）では、レジスト29が形成された基材31をエッティング液32に所定時間浸す。エッティング液32は、例えば石英を腐食するフッ酸液等により構成する。

基材31をエッティング液32に所定時間浸することで、レジスト29の孔29Hから基材31が徐々に腐食され、孔29の下側には凹部31Uが形成される。この凹部31Uの大きさは、図1中のレンズ102の大きさとする。

【0082】

図9（C）では、基材31をエッティング液32から取り出し、レジスト29を除去する。レジスト29は、レジスト用の剥離液または有機溶剤（例えばアセトン）等により溶解して除去してもよい。

【0083】

図9（D）では、基材31の上面の凹部31Uに光学材料27Mを充填する。光学材料27Mは、光学材料31Mとは異なる屈折率を有し、好適には光学材料31Mよりも大きい屈折率を有し、一例として窒化ケイ素とする。

例えば、基材31の上面に、スパッタリングまたは蒸着により光学材料27Mの層27を形成することで、基材31の凹部31Uに光学材料27Mを充填する。この場合、凹部31Uに対応する凹部27Uが、層27に形成される。

【0084】

図9 (E) では、層27の上面を平坦化する。例えば、層27の上面の凹部27Uが無くなるように研磨する。好ましくは、基材31の凹部31Uの対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層27の上面を研磨する。または、基材31の凹部31Uの周囲の平坦面と層27の上面とが平行または略平行になるように層27を研磨する。

基材31の凹部31Uの周囲の平坦面が露出するように層27を研磨し、さらに、基材31の下面を、層27の研磨面に対して平行または略平行になるように研磨することで、図1の光学素子100と同一構造または略同一構造の光学素子を得ることが可能である。

【0085】

光学素子の製造方法の第5の実施の形態

図10は、光学素子の製造方法の第5の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図1の光学素子100と同一構成または略同一構成の光学素子を得ることが可能である。

【0086】

図10 (A) には、凹部41Uを有する基材41が示してある。凹部41Uは、回転対称または略回転対称な形状を有する。基材41のうち凹部41Uの周囲は、平坦になっている。基材41は、光学材料41Mからなる。

凹部41Uの大きさは、図1中のレンズ102の大きさと同一である。

この基材41は、例えば、図2 (C) 中の基材6、図5 (F) 中の層10が接合された基材11、図7 (E) 中の層20が接合された基材21、または、図9中の基材31を用いる。

【0087】

図10 (B) では、基材41の上面の凹部41Uに、光学材料41Mとは屈折率が異なる光学材料37Mを充填する。

一例として、光学材料41Mが石英ではない場合、光学材料37Mとしてゲル化された石英を用い、基材41の上面に塗布することで、光学材料37Mの層37を形成し、基材41の凹部41Uに光学材料37Mを充填する。

そして、凹部41Uに光学材料37Mが充填された基材41を加熱し、光学材料37Mを硬化させる。

【0088】

図10 (C) では、硬化した層37の上面を平坦化する。例えば、光学材料37の上面の表面荒れやうねりが無くなるように研磨する。好ましくは、基材41の凹部41Uの対称軸に対して垂直な平坦面が形成されるように、層37の上面を研磨する。または、基材41の凹部41Uの周囲の平坦面と層37の上面とが平行または略平行になるように層37を研磨する。

基材41の凹部41Uの周囲の平坦面が露出するように層37を研磨し、さらに、基材41の下面を、層37の研磨面に対して平行または略平行になるように研磨することで、図1の光学素子100と同一構造または略同一構造の光学素子を得ることが可能である。

【0089】

光学素子の製造方法の第6の実施の形態

図11は、光学素子の製造方法の第6の実施の形態を示す概略的な説明図である。この製造方法により、図1の光学素子100と同一機能または略同一機能を有する光学素子を得ることが可能である。

【0090】

図11 (A) には、凹部51Uを有する基材51が示してある。凹部51は、回転対称または略回転対称な形状を有する。基材51のうち凹部51Uの周囲は、平坦になっている。基材51は、光学材料51Mからなる。

凹部51Uの大きさは、図1中のレンズ102の大きさと同一である。

この基材51は、例えば、図2 (C) 中の基材6、図5 (F) 中の層10が接合された基材11、図7 (E) 中の層20が接合された基材21、または、図9中の基材31を用いる。

【0091】

図11 (B) では、基材51の上面の凹部51Uに、光学材料51Mとは屈折率が異なる液状の光学材料47Mを満たす。光学材料47Mとしては、例えば、光学油、液晶等の光学液体を用いる。

そして、基材51の上面に光学材料48Mからなる層48を形成し、光学材料47Mが満たされた凹部51を層48により密閉する。このようにして、凹部51Uに液状の光学材料47Mを充填することができる。層48は、例えば、一定または略一定の厚さの膜としてもよい。なお、基材51の下面を研磨することで、基材51を所望の厚さにすることができる。

【0092】

光学系の第1の実施の形態

図12は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第1の実施の形態を示す概略的な構成図である。

この光学系119は、同一構成の光学素子100, 110を有し、光学素子100, 110を積み上げて構成されている。なお、光学素子100は、図1の光学素子100と同一または略同一であり、その説明を適宜省略する。

【0093】

光学素子110は、基材111とレンズ112とを有する。基材111は光学材料からなり、基材111とレンズ112は屈折率が異なる。

基材111は、基材111の下面に回転対称または略回転対称な凹部111Bを有する。凹部111Bをその対称軸に沿って切断した場合における凹部111Bの表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部111Bは、基材111とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部111Bによりレンズ112が構成されている。

【0094】

レンズ112の下面是、平坦であり、光学素子110の上面110U（または基材111の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ112の下面および基材111の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子110の下面110Bを構成している。

【0095】

光学素子110の基材111、レンズ112、上面110U、および下面110Bは、それぞれ光学素子100の基材101、レンズ102、上面100U、および下面100Bに対応している。

【0096】

光学素子110は、直方体または略直方体の形状を有し、上面110Uに光を入射させた場合に、下面110Bから出射する光を、レンズ112により収束（集束）もしくは発散させることができ、または平行光にすることができる。

レンズ102、112の光軸が、同一直線上または略同一直線上に位置するよう、光学素子100の下面100Bと光学素子110の上面110Uとが接合されている。

【0097】

光学素子100、110は、板状または略板状の形状にすることも可能である。光学素子100、110は、高い精度で位置合わせを行って積み重ねることが可能である。

例えば、基材101、111に、半導体集積回路を製造する場合に用いるマスク合わせの目印のように、位置合わせ用の目印を付けておくことで、この目印を用いて複数の光学素子を高精度で積み重ねることが可能である。

【0098】

また、光学素子100、110の形状を、直方体もしくは略直方体または板状もしくは略板状の形状にすることで、光学素子を積み重ねる場合に各レンズ（の光軸）の傾きが生じることを防ぐことができ、2次元方向（縦横方向）の位置合わせで光学素子を積み重ねることができ、光学系119を容易に作成可能である。

【0099】

光学系の第2の実施の形態

図13は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第2の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図13中の光学素子100は、図1の光学素子100と同一または略同一であり、その説明を適宜省略する。

この光学系129は、光学素子100、120を有し、光学素子100、120を積み上げて構成されている。

【0100】

光学素子120は、基材121とレンズ122とを有する。基材121は光学

材料からなり、基材121とレンズ122は屈折率が異なる。

基材121は、基材121の下面に回転対称または略回転対称な凹部121Bを有する。凹部121Bをその対称軸に沿って切断した場合における凹部121Bの表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部121Bは、基材121とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部121Bによりレンズ122が構成されている。

【0101】

レンズ122の下面是、平坦であり、光学素子120の上面120U（または基材121の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ122の下面と基材121の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子120の下面120Bを構成している。

【0102】

光学素子120は、直方体または略直方体の形状であり、上面120Uに光を入射させた場合に、下面120Bから出射する光を、レンズ122により収束（集束）もしくは発散させることができ、または平行光にすることができる。

レンズ102, 122の光軸は、同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子100の下面100Bと光学素子120の上面120Uとが接合されている。

【0103】

光学素子100, 120は、板状または略板状にすることも可能である。光学素子100, 120は高い精度で位置合わせを行って積み重ねることが可能である。

また、光学素子100, 120の形状を、直方体もしくは略直方体または板状もしくは略板状の形状とすることで、光学素子を積み重ねる場合に各レンズ（の光軸）の傾きが生じることを防ぐことができ、光学系129を容易に作成可能である。

また、光学系129により、ソリッドイメージョンレンズ（SIL）を構成することができ、高い開口数を得ることが可能である。

【0104】

光学系の第3の実施の形態

図14は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第3の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図14の光学系129Aにおいて、図13の光学系129と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光学系129Aは、図13の光学系129から基材101を取り除いた構成である。

【0105】

この光学系129Aは、レンズ102および光学素子120を有し、光学素子120上にレンズ102を積み上げて構成されている。光学素子120の上面120Uには、レンズ102の底面が接している。

このように、レンズ102および光学素子120により光学系129Aを構成することで、光学系129Aを図13の光学系129に比べて小型にすることができる。また、光学系129Aにより、ソリッドイメージョンレンズ(SIL)を構成することができる。

【0106】

図13の光学系129から図14の光学系129Aを得ることが可能である。

例えば、光学素子100の基材101の材料が石英であり、レンズ102の材料が窒化ガリウムであり、光学素子120の基材121の材料が酸化アルミニウムであり、レンズ122の材料が窒化ガリウムである場合、図13の光学系129をフッ酸等のエッティング液に浸すことにより、基材101を溶かして除去し、図14の光学系129Aを得ることができる。

【0107】

また、レンズ102は、光学素子100から取り出すことが可能である。

例えば、レンズ102の材料が窒化ガリウムであり、基材101の材料が石英である場合、光学素子100をフッ酸等のエッティング液に浸すことにより、基材101を溶かしてレンズ102を取り出すことができる。

【0108】

光学系の第4の実施の形態

図15は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第4の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図15の光学系149において、図13の光学系129と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

【0109】

この光学系149は、光学素子100, 120, 140を有し、光学素子120上に光学素子100が積み上げてあり、光学素子100上に光学素子140が積み上げてある。

光学素子100, 120, 140のレンズ102, 122, 142の光軸が同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学系129の光学素子100の上面と光学素子140の下面140Bとが接合されている。

【0110】

光学素子140は、基材141とレンズ142とを有する。基材141は光学材料からなり、基材141とレンズ142は屈折率が異なる。

基材141は、基材141の下面に回転対称または略回転対称な凹部141Bを有する。凹部141Bをその対称軸に沿って切断した場合における凹部141Bの表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部141Bは、基材141とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部141Bによりレンズ142が構成されている。

【0111】

レンズ142の下面是、平坦であり、光学素子140の上面140U（または基材141の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ142の下面および基材140の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子140の下面140Bを構成している。

【0112】

光学素子140は、直方体または略直方体の形状であり、上面141Uに光を入射させた場合に、光学素子140の下面140Bから出射する光を、レンズ1

42により収束（集束）もしくは発散させることができ、または平行光にすることができる。

この光学素子140は、コリメータレンズの機能を有し、半導体レーザ60からのレーザ光を平行光にして光学素子100に供給する。

【0113】

光学系129は、光学素子100, 120を有する。光学素子100, 120の組み合わせにより、高い開口数NAを得ることができ、ソリッドイメージョンレンズ（SIL）を構成することができる。レンズ122の屈折率を大きくすることで光学系129の開口数NAをより高くすることができる。

光学素子100, 120, 140では、基材101, 121, 141の凹部を利用してレンズ102, 122, 142を形成しているので、レンズ102, 122, 142の材料の選択幅を大きくすることができ、レンズ102, 122, 142の材料として屈折率の大きい光学材料を用いることができる。

【0114】

光学素子140からの平行光は、レンズ102, 122を経てレンズ122の底面から出射され、出射光は光ディスク80の記録面に集光されて当該記録面を照射する。

なお、光学素子120の底面（光ディスク80と対向する対向面）の角に丸みを設けることで、光ディスク80の表面との衝突および／または衝撃を減らすことが可能である。

【0115】

光学系の第5の実施の形態

図16は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第5の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図16の光学系149Aにおいて、図15の光学系149と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光学系149Aは、図15の光学系149から基材141を取り除いた構成である。

【0116】

光学系149Aは、光学素子100, 120およびレンズ142を有し、光学素子120上に光学素子100が積み上げてあり、光学素子100上にレンズ142が積み上げてある。光学素子100, 120のレンズ102, 122およびレンズ142の光軸は、同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子100, 120およびレンズ142が接合されている。

レンズ142は、コリメータレンズを構成しており、半導体レーザ60からのレーザ光を平行光にして光学素子100に供給する。

【0117】

レンズ142からの平行光は、レンズ102, 122を経てレンズ122の底面から出射され、出射光は光ディスク80の記録面に集光されて当該記録面を照射する。

このように、光学素子100, 120およびレンズ142により光学系149Aを構成することで、光学系149Aを図15の光学系149に比べて小型にすることができる。なお、レンズ142と半導体レーザ60との距離は、レンズ142の形状および厚さにより調整可能である。

【0118】

光学系の第6の実施の形態

図17は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第6の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図17の光学系159において、図15の光学系149と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光学系159は、図15の光学系149の光学素子100, 140間に、ビームスプリッタである光学素子150を挿入した構成である。

【0119】

光学系159は、光学素子100, 120, 140, 150を有し、光学素子120上に光学素子100が積み上げてあり、光学素子100上に光学素子150が積み上げてあり、光学素子150上に光学素子140が積み上げてある。光学素子100, 120, 140のレンズ102, 122, 142の光軸は、同一

直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子100, 120, 140, 150が接合されている。

【0120】

光学素子100, 140の間に位置する光学素子150は、ビームスプリッタの機能を有し、半透明の膜（半透明膜）152がレンズ102, 142の間に位置している。

この半透明膜152は、光学素子140（のレンズ142）からの平行光を通過させ、光学系129（のレンズ102）からの戻り光を反射する。

【0121】

光学素子140は、コリメータレンズの機能を有し、半導体レーザ60からのレーザ光を平行光にし、この平行光を光学素子150を介して光学系129内の光学素子100に供給する。

【0122】

光学系129は、光学素子150からの平行光をレンズ102, 122を経てレンズ122の底面から出射し、出射光を光ディスク80の記録面に集光して当該記録面を照射する。また、光学系129は、光ディスク80（の記録面）で反射した反射レーザ光（戻りレーザ光）を、光学素子150に供給する。

光学素子140と光学系129との間に、ビームスプリッタである光学素子150を介在させることで、光ディスク80で反射した反射レーザ光を光学素子150の側面から取り出すことが可能である。

【0123】

光学系の第7の実施の形態

図18は、本発明に係る光学素子を用いた光学系の第7の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図18の光学系159Aにおいて、図17の光学系159と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光学系159Aは、図17の光学系159から基材141を取り除いた構成である。

【0124】

光学系159Aは、光学素子100, 120, 150およびレンズ142を有し、光学素子120上に光学素子100が積み上げてあり、光学素子100上に光学素子150が積み上げてあり、光学素子150上にレンズ142が積み上げてある。

光学素子100, 120のレンズ102, 122およびレンズ142の光軸は、同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子100, 120, 150およびレンズ142が接合されている。

レンズ142は、コリメータレンズを構成しており、半導体レーザ60からのレーザ光を平行光にし、この平行光を光学素子150を介して光学素子100に供給する。

【0125】

レンズ142からの平行光は、レンズ102, 122を経てレンズ122の底面から出射され、出射光は光ディスク80の記録面に集光されて当該記録面を照射する。また、光学系129は、光ディスク80（の記録面）で反射した反射レーザ光（戻りレーザ光）を、光学素子150に供給する。

このように、光学素子100, 120, 150およびレンズ142により光学系159Aを構成することで、光学系159Aを図17の光学系159に比べて小型にすることができる。

【0126】

光ヘッドの第1の実施の形態

図19は、本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第1の実施の形態を示す概略的な構成図である。

この光ヘッド500は、光学系329およびミラー61を有し、スイングアーム62およびサスペンション63によりフライングヘッドを構成している。

【0127】

光学系329は、光学素子300, 320を有し、光学素子320上に光学素子300が積み上げてある。この光学系329は、スライダを構成しており、光学系329の光学素子320の底面320Bと光ディスク80の表面とが対向し

ており、光学素子320の底面320Bがスライダ面を構成している。

このように、光学系329は、そのまま光ヘッド500のスライダに用いることができるという利点がある。

【0128】

スイングアーム62の上面には、ミラー61が取り付けてある。スイングアーム63の下面には、サスペンション63が取り付けてあり、又はサスペンション63が形成されている。

また、スイングアーム62には、ミラー61の反射光が通過する通過孔62Hが形成されている。

サスペンション63の先端部には、光学系329が取り付けてある。

【0129】

ミラー61は、スイングアーム62の根元側から平行光のレーザ光が供給され、供給されたレーザ光を反射して通過孔62Hを介して光学系329に供給する。

光学系329は、ミラー61からのレーザ光をレンズ302、322を用いて集光し、光ディスク80の記録面に焦点を結像させる。また、光学系329は、光ディスク80の記録面で反射したレーザ光（戻りレーザ光）を、通過孔62Hを介してミラー61に戻す。

ミラー61は、光学系329からの戻りレーザ光を反射してスイングアーム62の根元側に戻す。

【0130】

図20は、図19中の光学系329を示す概略的な構成図である。

光学素子300は、基材301とレンズ302とを有する。基材301は光学材料からなり、基材301とレンズ302は屈折率が異なる。

基材301は、基材301の下面に回転対称または略回転対称な凹部301Bを有する。凹部301Bをその対称軸に沿って切断した場合における凹部301Bの表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部301Bは、基材301とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部301Bによりレンズ302が構成されている。

【0131】

レンズ302の下面是、平坦であり、光学素子300の上面300U（または基材301の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ302の下面と基材301の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子300の下面300Bを構成している。

【0132】

光学素子300は、直方体または略直方体の形状であり、上面300Uに光を入射させた場合に、下面300Bから出射する光を、レンズ302により収束（集束）させることができる。

【0133】

光学素子320は、基材321とレンズ322とを有する。基材321は光学材料からなり、基材321とレンズ322は屈折率が異なる。

基材321は、基材321の下面に回転対称または略回転対称な凹部321Bを有する。凹部321Bをその対称軸に沿って切断した場合における凹部321Bの表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。

凹部321Bは、基材321とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部321Bによりレンズ322が構成されている。

【0134】

レンズ322の下面是、平坦であり、光学素子320の上面320U（または基材321の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ322の下面と基材321の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子320の下面320Bを構成している。

【0135】

光学素子320は、直方体または略直方体の形状であり、上面320Uに光を入射させた場合に、下面320Bから出射する光を、レンズ322により収束（集束）させることができる。

レンズ302、322の光軸は、同一直線上または略同一直線上に位置するように、光学素子300の下面300Bと光学素子320の上面320Uとが接合されている。

なお、光学素子320の底面（光ディスク80と対向する対向面）320Bの角に丸みを設けることで、光ディスク80の表面との衝突および／または衝撃を減らすことが可能である。

【0136】

光ヘッド500の光学系329は剛性および／または硬度が大きいことが望ましく、光学素子320の基材321を酸化アルミニウムとすることで、剛性および／または硬度を大きくすることができる。

光学系329により高い開口数を得ることができ、光学系329によりソリッドイメージョンレンズ（固体油含浸レンズ、SIL）を構成して当該光学系329を近接場の領域で使用することで、近接場光記録再生を行うことが可能であり、光ディスクの記録密度を向上可能である。

【0137】

光学素子320の底面320Bには、スライダである光学系329を浮上させるためのレールを形成してもよい。

光学素子320の底面320Bには、光ディスク80が光磁気ディスクである場合に、光磁気記録時に磁界（または磁力線）を発生するコイルを形成してもよい。

光学素子320の底面320Bのレールおよび／またはコイルは、光学素子320を直方体もしくは略直方体または板状もしくは略板状にすることで、半導体製造プロセスを利用して容易に作成可能である。

【0138】

一例として、光学系329の横方向の大きさは約1mmとし、縦方向の大きさは約0.5mmとし、高さ方向の大きさは約0.4mmとする。

一例として、光学素子300の高さ方向の大きさは約0.3mmとし、光学素子320の高さ方向の大きさは約0.13mmとする。

一例として、レンズ302の底面（または平坦面）の直径は約0.2mmとし、レンズ322の底面（または平坦面）の直径は約0.1mmとする。

【0139】

光ヘッドの第2の実施の形態

図21は、本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第2の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図19の光ヘッド500および図20の光学系329と同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光ヘッド500Aは、図19の光ヘッド500から基材301を取り除き、光学系329Aをサスペンション63に取り付けた構成である。

【0140】

光ヘッド500Aは、光学系329Aおよびミラー61を有し、スイングアーム62およびサスペンション63によりフライングヘッドを構成している。

光学系329Aは、図19および図20の光学系329から基材301を取り除いた構成である。

この光学系329Aは、光学素子320およびレンズ302を有し、光学素子320上にレンズ302が積み上げてある。また、光学系329Aは、スライダを構成しており、光学系329Aの光学素子320の底面320Bと光ディスク80の表面とが対向しており、光学素子320の底面320Bがスライダ面を構成している。

【0141】

スイングアーム62の上面には、ミラー61が取り付けた。スイングアームの下面には、サスペンション63が取り付けてあり、又はサスペンション63が形成されている。

また、スイングアーム62には、ミラー61の反射光が通過する通過孔62Hが形成されている。

サスペンション63の先端部には、光学系329Aの光学素子320が取り付けてある。

【0142】

ミラー61は、スイングアーム62の根元側から平行光のレーザ光が供給され、供給されたレーザ光を反射して通過孔62Hを介して光学系329Aに供給する。

光学系329Aは、ミラー61からのレーザ光をレンズ302、322を用い

て集光し、光ディスク80の記録面に焦点を結像させる。また、光学系329Aは、光ディスク80の記録面で反射したレーザ光（戻りレーザ光）を、通過孔62Hを介してミラー61に戻す。

ミラー61は、光学系329Aからの戻りレーザ光を反射してスイングアーム62の根元側に戻す。

【0143】

図22は、図21中の光学系329Aを示す概略的な構成図である。

レンズ302の上面は、回転対称または略回転対称な曲面となっている。

レンズ302の下面は、平坦であり、光学素子320の上面320U（または基材321の上面）に接合されている。

【0144】

レンズ302、322の光軸は、同一直線上または略同一直線上に位置するよう、レンズ302および光学素子320が接合されている。なお、光学素子320の底面（光ディスク80と対向する対向面）320Bの角に丸みを設けることで、光ディスク80の表面との衝突および／または衝撃を減らすことが可能である。

【0145】

光ヘッドの第3の実施の形態

図23は、本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第3の実施の形態を示す概略的な構成図である。

この光ヘッド600は、光学系329と、ICチップ74と、プリズム75と、光学素子340とを有し、スイングアーム72およびサスペンション73によりフライングヘッドを構成している。

【0146】

光学系329は、光学素子300、320を有し、光学素子320上に光学素子300が積み上げてある。この光学系329は、スライダを構成しており、光学系329の光学素子320の底面320Bと光ディスク80の表面とが対向しており、光学素子320の底面320Bがスライダ面を構成している。

光学系329は、図19および図20に示す光学系329と同一構成であり、

その説明を適宜省略する。

【0147】

スイングアーム72の下面には、サスペンション73が取り付けてあり、又はサスペンション73が形成されている。

また、スイングアーム72の下面の先端部には、ICチップ74の上面が接合されており、スイングアーム72に沿って不図示の信号線および電源線が設置されている。前記電源線により、ICチップ74に電力を供給することができ、前記信号線により、ICチップ74の出力信号を取り出すことができ、ICチップ74に信号を供給することができる。

【0148】

ICチップ74の下面には、プリズム75の上面と台座76の上面とが接合されている。

プリズム75の下面には、光学素子340の上面が接合されている。

台座76の下面には、光ファイバ71が接合されている。例えば、台座76の下面にV字溝を形成し、当該V字溝に光ファイバがはめ込まれるように、光ファイバ71を接着剤で固着する。なお、台座76は、ICチップ74と同一の材料とすることが望ましい。

サスペンション73の先端部には、光学系329が取り付けてある。

【0149】

光学素子340は、基材341とレンズ342とを有する。基材341は光学材料からなり、基材341とレンズ342は屈折率が異なる。

基材341は、基材341の下面に回転対称または略回転対称な凹部を有する。凹部をその対称軸に沿って切断した場合における凹部の表面の形状は、好適には円弧または略円弧とする。凹部は、基材341とは屈折率の異なる光学材料で充填されており、当該光学材料で充填された凹部によりレンズ342が構成されている。

【0150】

レンズ342の下面是、平坦であり、光学素子340の上面340U（または基材341の上面）と平行または略平行になっている。また、レンズ342の下

面および基材341の下面の平坦面は、同一平面上に位置し、光学素子340の下面340Bを構成している。

【0151】

光学素子340は、直方体または略直方体の形状であり、上面340Uに光を入射させた場合に、光学素子340の下面340Bから出射する光を、レンズ342により平行光にすることができる。

【0152】

プリズム75の傾斜面は、光ファイバ71から出力されたレーザ光を反射して光学素子340に供給する。

光学素子340は、プリズム75からのレーザ光を平行光にして、光学系329に供給する。

【0153】

光学系329は、光学素子340からのレーザ光をレンズ302、322を用いて集光し、光ディスク80の記録面に焦点を結像させる。また、光学系329は、光ディスク80の記録面で反射したレーザ光（戻りレーザ光）を、光学素子340を介してプリズム75に戻す。

プリズム75は、光学系329からの戻りレーザ光を通過させてICチップ74に供給する。

【0154】

ICチップ74は、光半導体複合素子であり、ICチップ74の下面には、光検出器および演算回路が形成され、または、光検出器および演算回路が取り付けている。

光検出器は、戻りレーザ光を受光して戻りレーザ光に応じた受光信号を演算回路に供給する。

演算回路は、光検出器からの受光信号に基づいて所定の演算を行い、演算結果を示す信号を生成する。この信号は、ICチップ74に接続された信号線から取り出すことができるようになっている。

【0155】

光ヘッドの第4の実施の形態

図24は、本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第4の実施の形態を示す概略的な構成図である。なお、図23の光ヘッド600ならびに図21および図22の光学系329Aと同一構成部分には同一符号を付しており、同一構成部分の説明を適宜省略する。

この光ヘッド600Aは、図23の光ヘッド600から基材301を取り除き、光学系329Aをサスペンション73に取り付けた構成である。

【0156】

光ヘッド600Aは、光学系329A、ICチップ74、プリズム75、および光学素子340を有し、スイングアーム72およびサスペンション73によりフライングヘッドを構成している。

光学系329Aは、図21および図22の光学系329Aと同一の構成である。サスペンション73の先端部には、光学系329Aの光学素子320が取り付けてある。

【0157】

プリズム75の傾斜面は、光ファイバ71から出力されたレーザ光を反射して光学素子340に供給する。

光学素子340は、プリズム75からのレーザ光を平行光にして、光学系329Aに供給する。

【0158】

光学系329Aは、光学素子340からのレーザ光をレンズ302、322を用いて集光し、光ディスク80の記録面に焦点を結像させる。また、光学系329Aは、光ディスク80の記録面で反射したレーザ光（戻りレーザ光）を、光学素子340を介してプリズム75に戻す。

プリズム75は、光学系329Aからの戻りレーザ光を通過させてICチップ74に供給する。

【0159】

なお、モールドレンズに使用されるガラスの屈折率は、一例として1.4~1.7である。

本発明に係る光学素子の光学材料、特に基材の凹部に充填される大きい屈折率

(または高い屈折率) の光学材料には、例えば、酸化アルミニウム (例えば屈折率が約 1.8 の Al_2O_3) 、酸化チタン (例えば屈折率が約 2.5 の TiO_2) 、酸化タンタル (例えば屈折率が約 2.4 の Ta_2O_5) 、リン化ガリウム (例えば屈折率が約 3.3 の GaP) 等が使用可能であり、上記光学材料を用いることで、開口数が大きい光学素子を作成可能である。

【0160】

また、本発明に係る光学素子の光学材料、特に基材の凹部に充填される光学材料には、 $Ta_{X1}O_{Y1}$ 、 $Ti_{X2}O_{Y2}$ 、 $Al_{X3}O_{Y3}$ 、 $Si_{X4}O_{Y4}$ 、 $Si_{X5}N_{Y5}$ 、 $Mg_{X6}F_{Y6}$ 、 $Ga_{X7}N_{Y7}$ 、 $Ga_{X8}P_{Y8}$ 、 $Ti_{X9}Nb_{Y9}O_{Z9}$ 、 $Ti_{Z6}Ta_{Z7}O_{Z8}$ 等の化合物を使用可能である。但し、 $X1 \sim X9$ 、 $Y1 \sim Y9$ 、 $Z6 \sim Z9$ は、前記化合物が存在し得るような数値である。

【0161】

なお、上記実施の形態は本発明の例示であり、本発明は上記実施の形態に限定されない。

【0162】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明に係る光学素子の製造方法によれば、小型の光学素子を作成可能である。また、本発明に係る光学素子の製造方法によれば、小型で開口数が大きい光学素子を作成可能である。

また、本発明によれば、上記製造方法から作成可能な光学素子と、当該光学素子を用いた光学系とを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る光学素子の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図2】

本発明に係る光学素子の製造方法の第1の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図3】

図2に続いて、本発明に係る光学素子の製造方法の第1の実施の形態を示す概

略的な説明図である。

【図4】

本発明に係る光学素子の製造方法の第2の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図5】

図4に続いて、本発明に係る光学素子の製造方法の第2の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図6】

本発明に係る光学素子の製造方法の第3の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図7】

図6に続いて、本発明に係る光学素子の製造方法の第3の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図8】

本発明に係る光学素子の製造方法の第4の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図9】

図8に続いて、本発明に係る光学素子の製造方法の第4の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図10】

本発明に係る光学素子の製造方法の第5の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図11】

本発明に係る光学素子の製造方法の第6の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図12】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第1の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図13】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第2の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図14】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第3の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図15】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第4の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図16】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第5の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図17】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第6の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図18】

本発明に係る光学素子を用いた光学系の第7の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図19】

本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第1の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図20】

図19中の光学系329を示す概略的な構成図である。

【図21】

本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第2の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図22】

図21中の光学系329Aを示す概略的な構成図である。

【図23】

本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第3の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【図24】

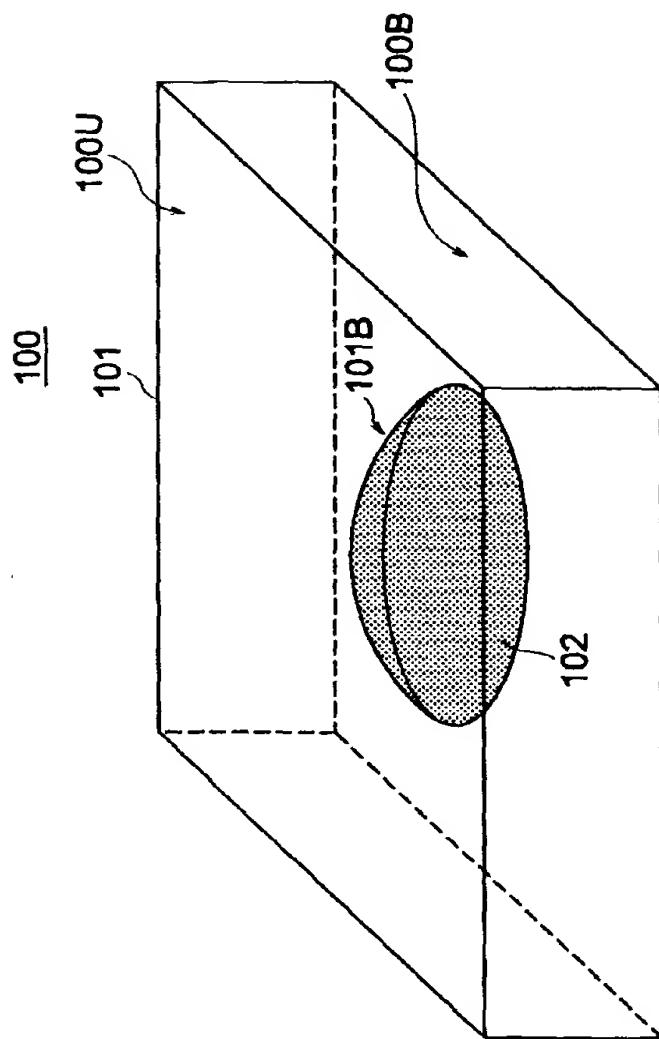
本発明に係る光学素子を用いた光ヘッドの第4の実施の形態を示す概略的な構成図である。

【符号の説明】

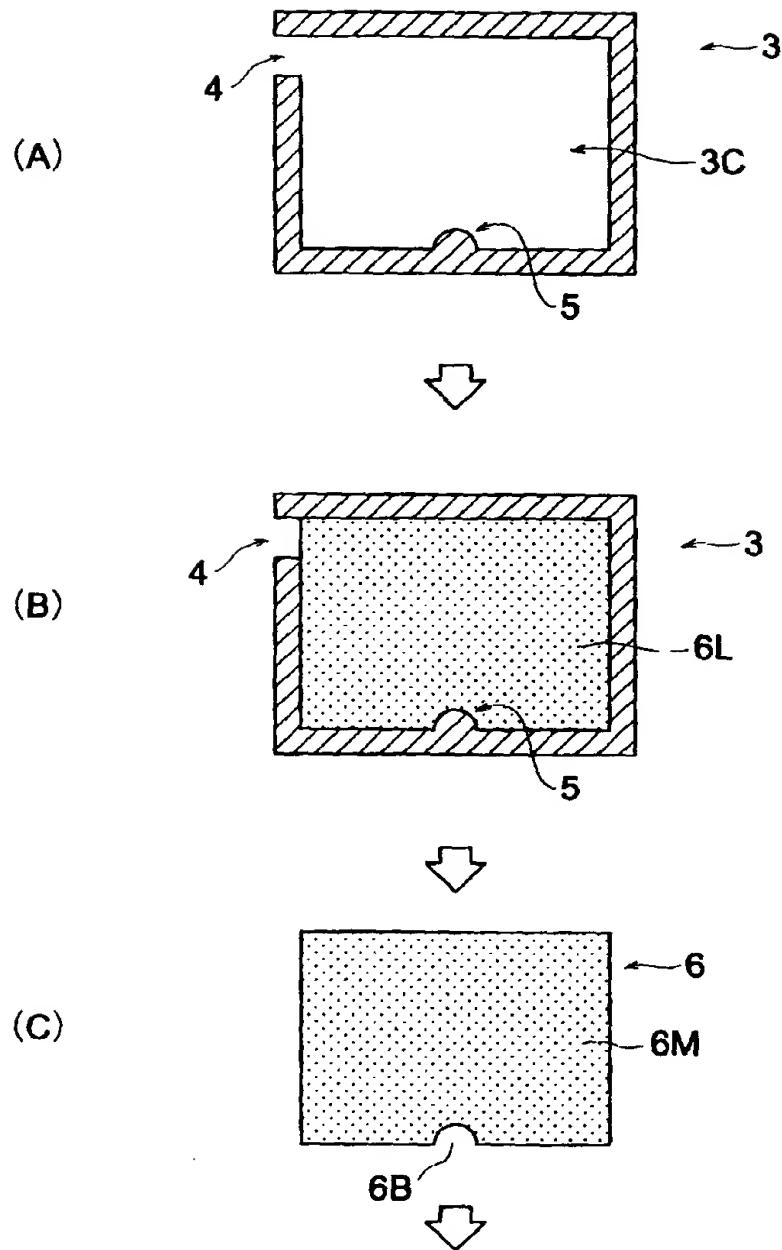
3…金型、4…通路、5, 8U, 10U…凸部、6, 11, 21, 31, 41, 51, 101, 111, 121, 141, 301, 321…基材、6B, 7B, 10B, 20B, 101B, 27U, 31U, 41U, 51U, 101B, 111B…凹部、6L, 6M, 7M, 10M, 11M, 20M, 21M, 27M, 31M, 37M, 41M, 47M, 48M, 51M…光学材料、7, 10, 20, 27, 37, 48…層、8, 18…シリコン基板、9, 19, 29, 103…レジスト、10S, 100U, 110U, 120U, 140U…上面、29H, 103H…孔、32…エッティング液、60…半導体レーザ、61…ミラー、62, 72…スイングアーム、62H…通過孔、63, 73…サスペンション、71…光ファイバ、74…ICチップ、75…プリズム、76…台座、80…光ディスク、100, 110, 120, 140, 340…光学素子、100B, 110B, 120B, 140B…下面、102, 112, 122, 142, 302, 322…レンズ、119, 129, 129A, 149, 149A, 159, 159A, 329, 329A…光学系、500, 500A, 600, 600A…光ヘッド。

【書類名】 図面

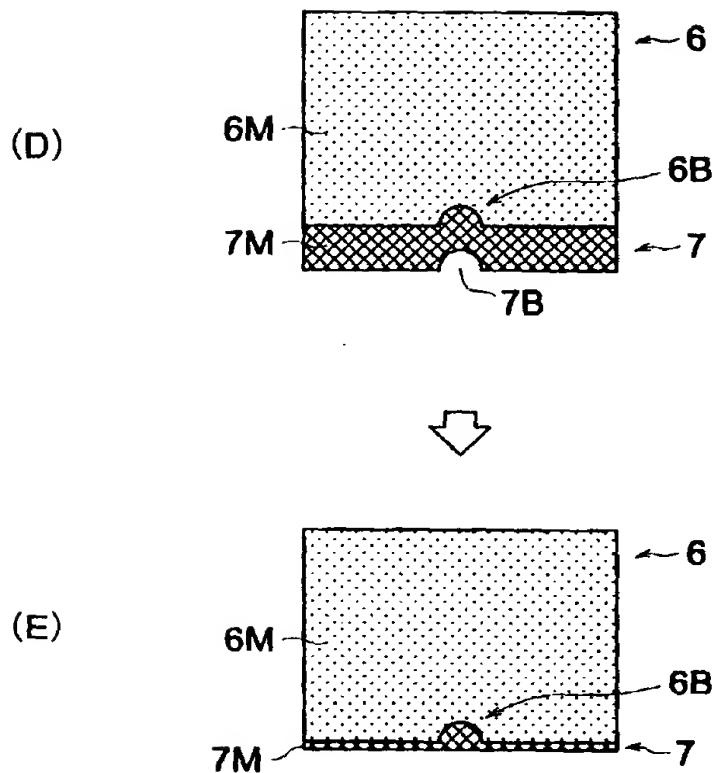
【図1】



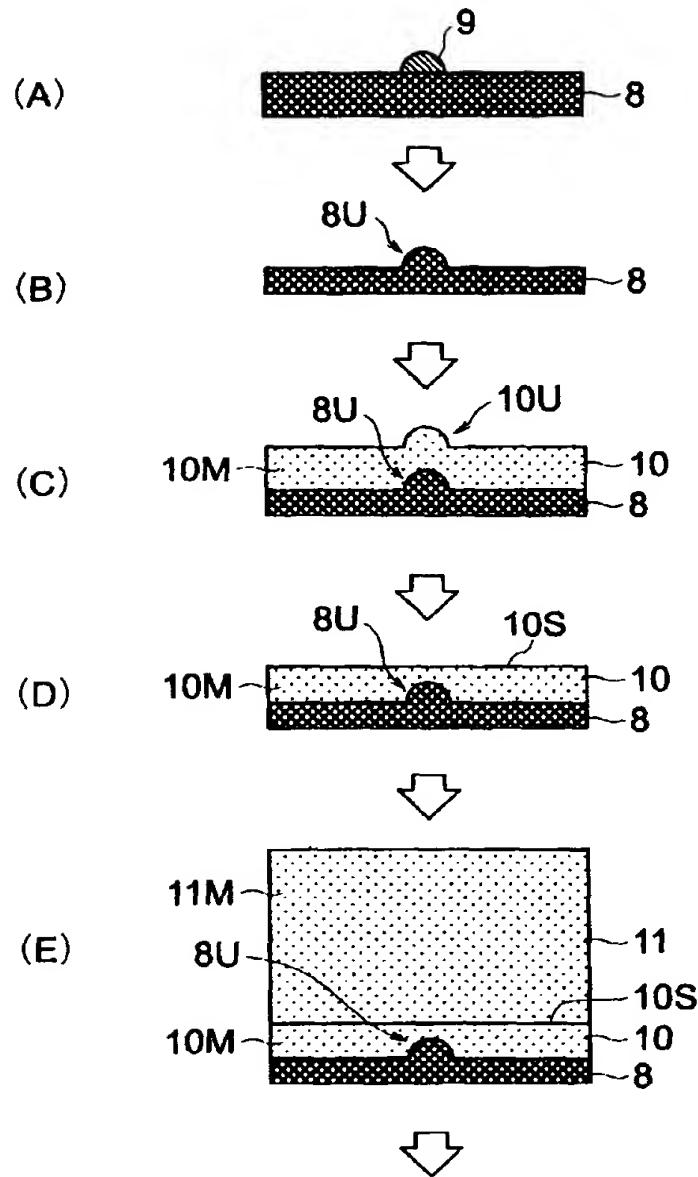
【図2】



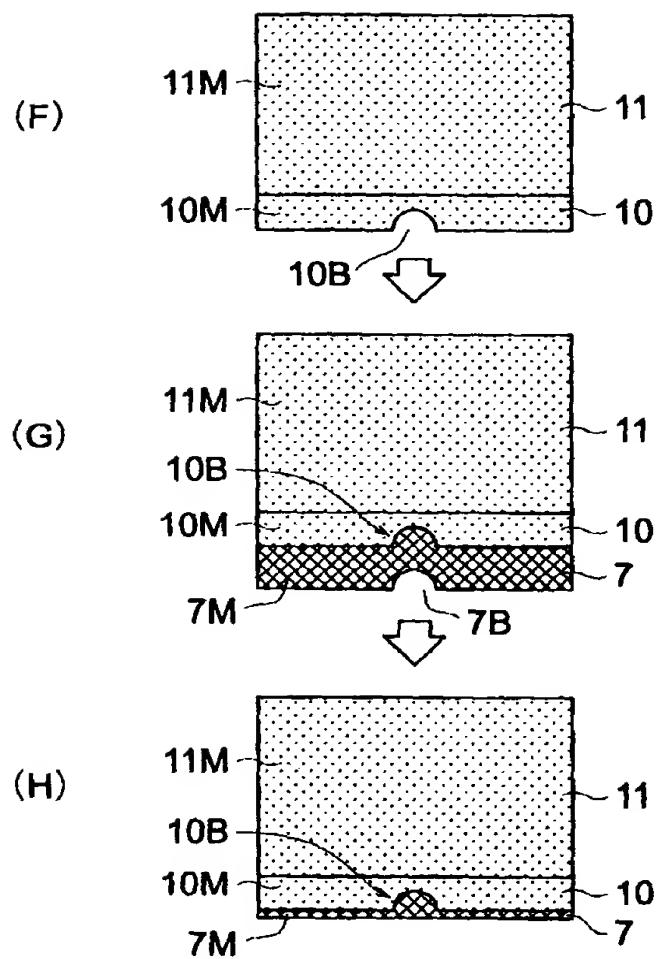
【図3】



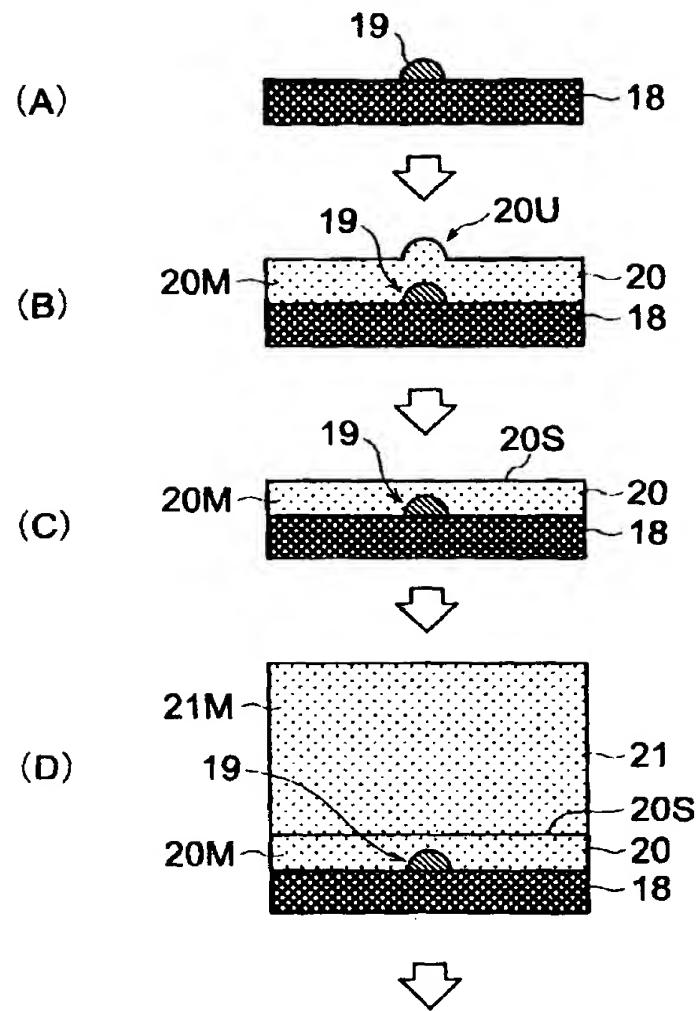
【図4】



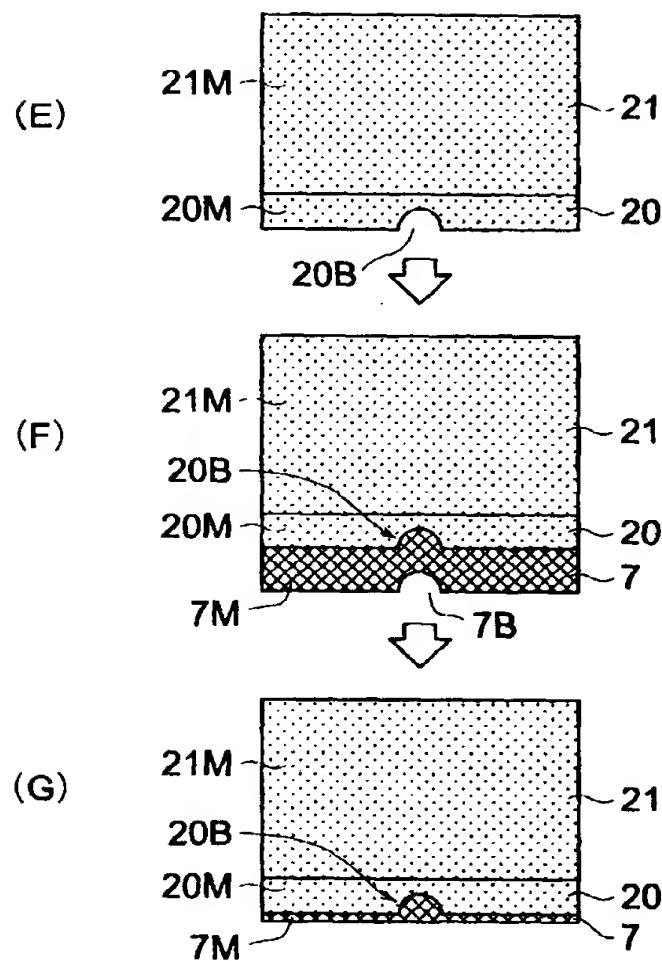
【図5】



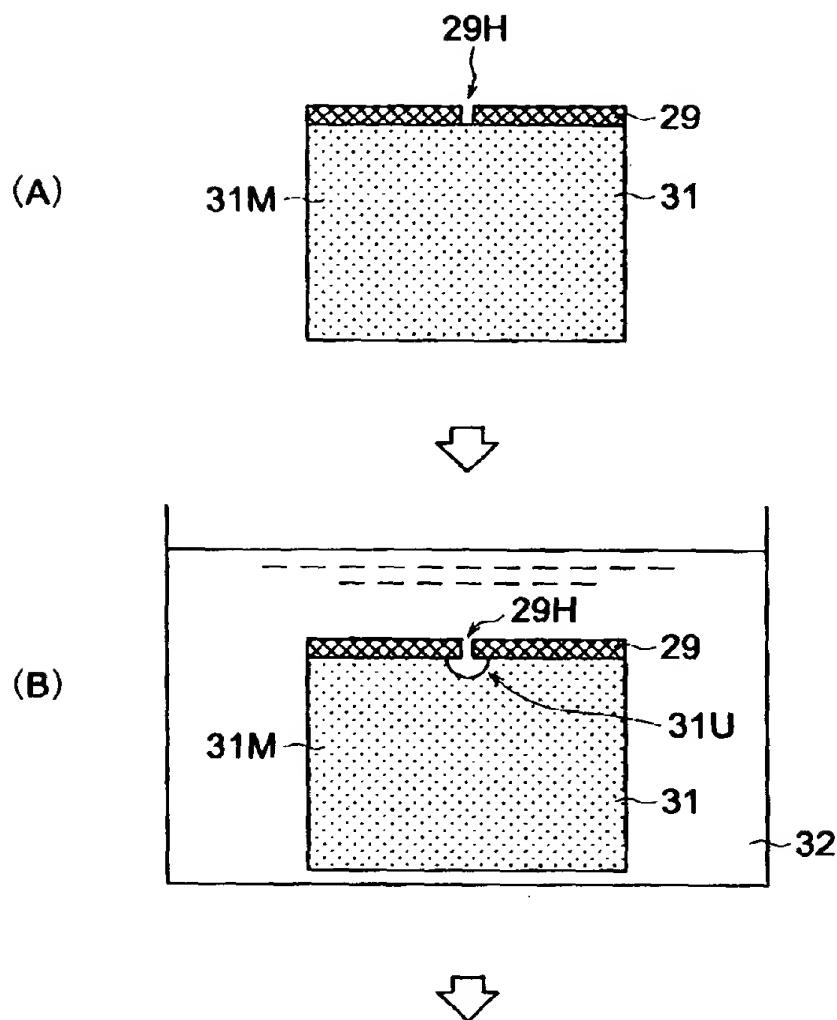
【図6】



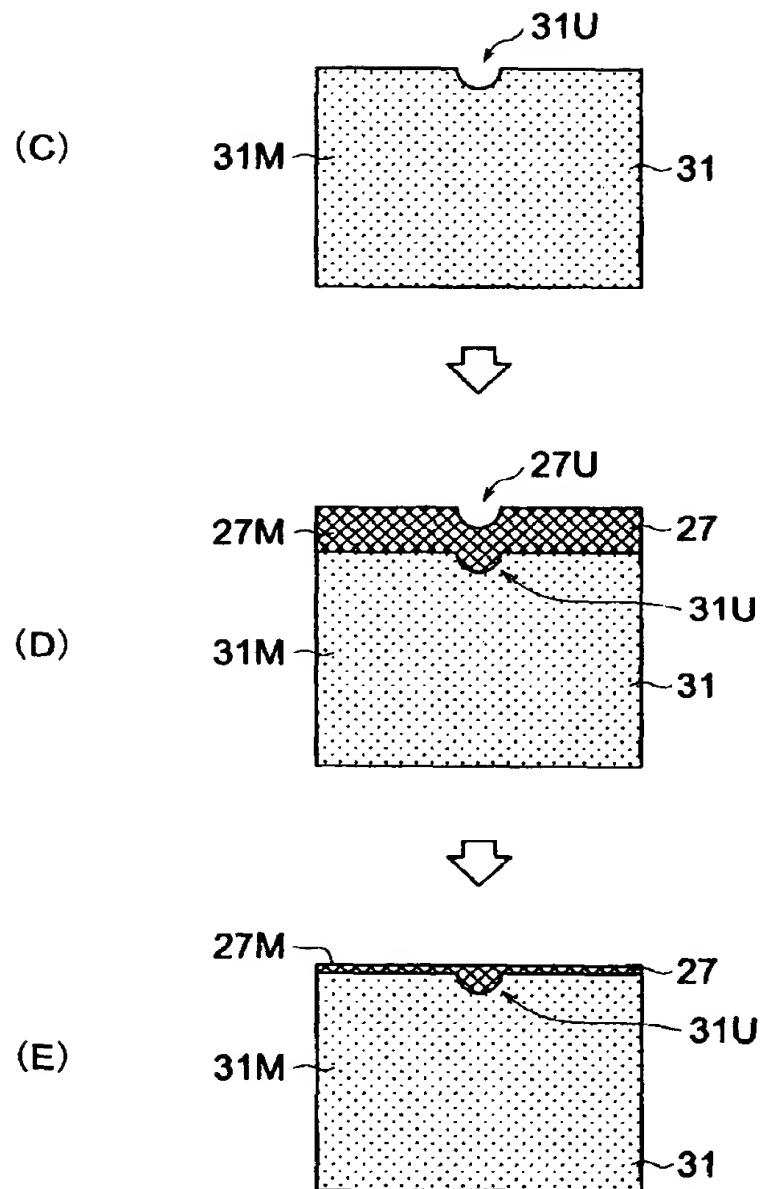
【図7】



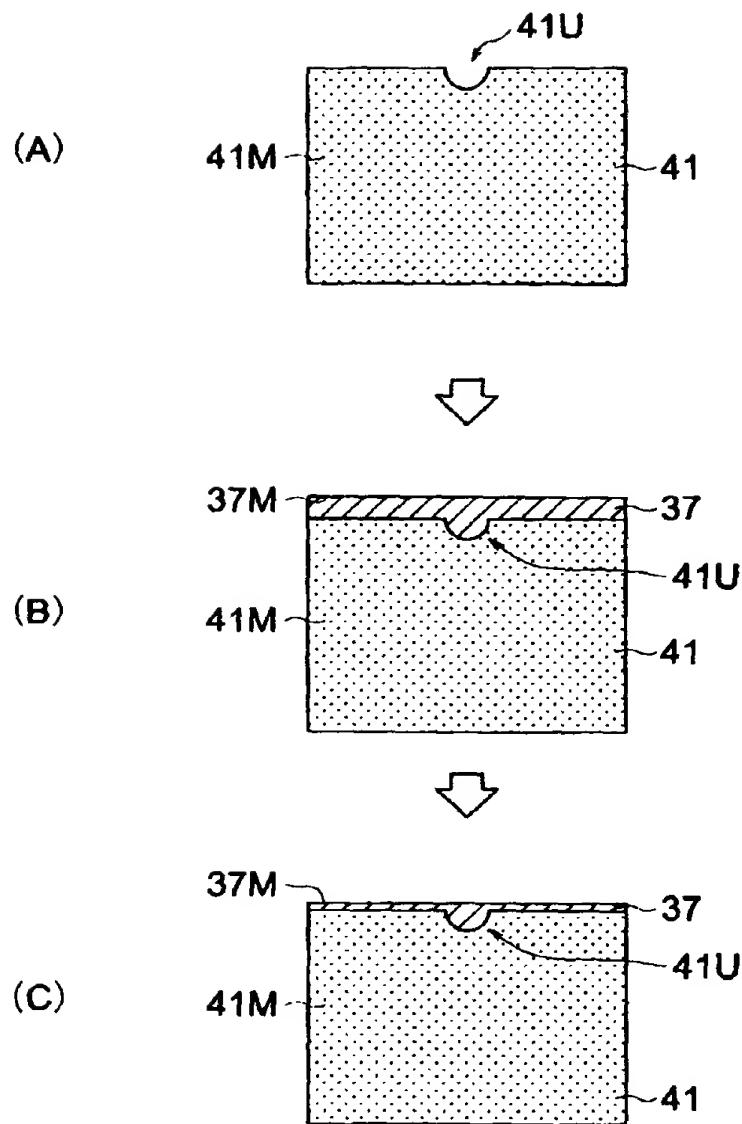
【図8】



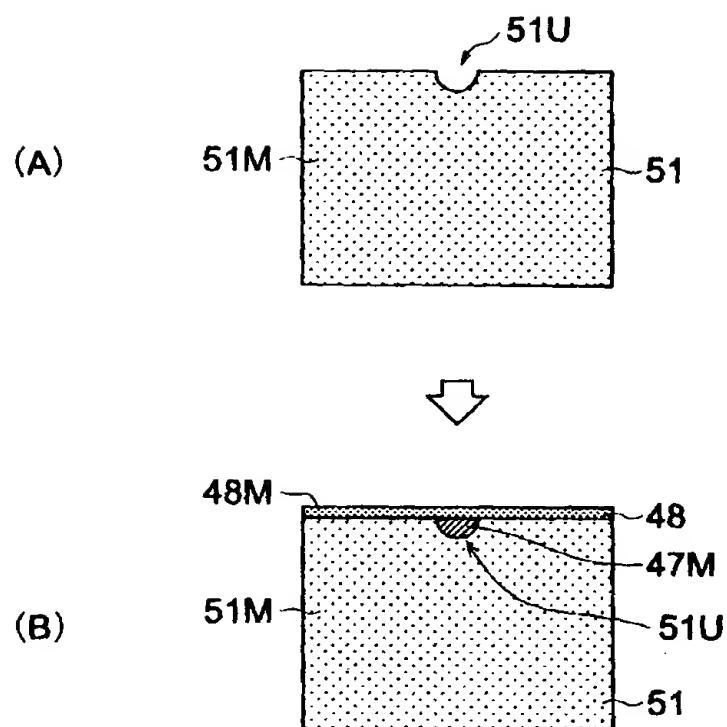
【図9】



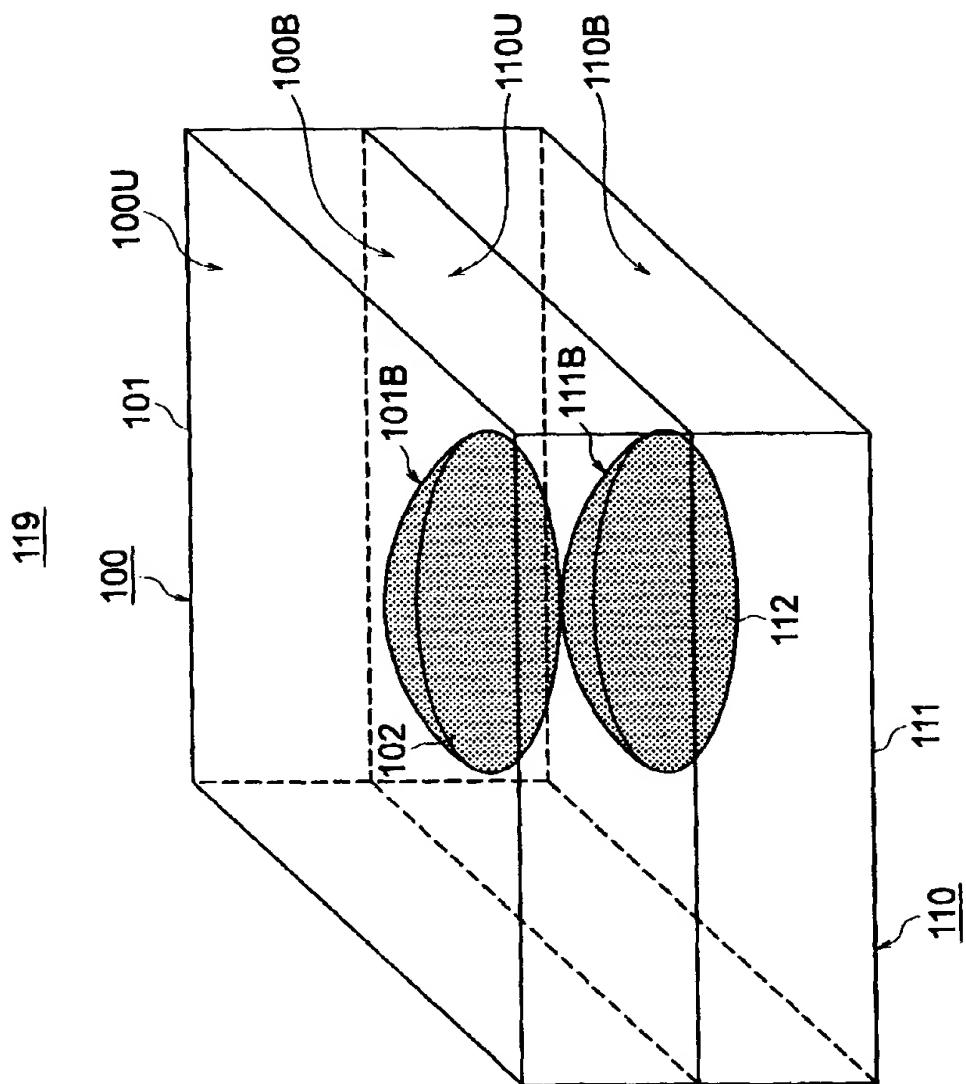
【図10】



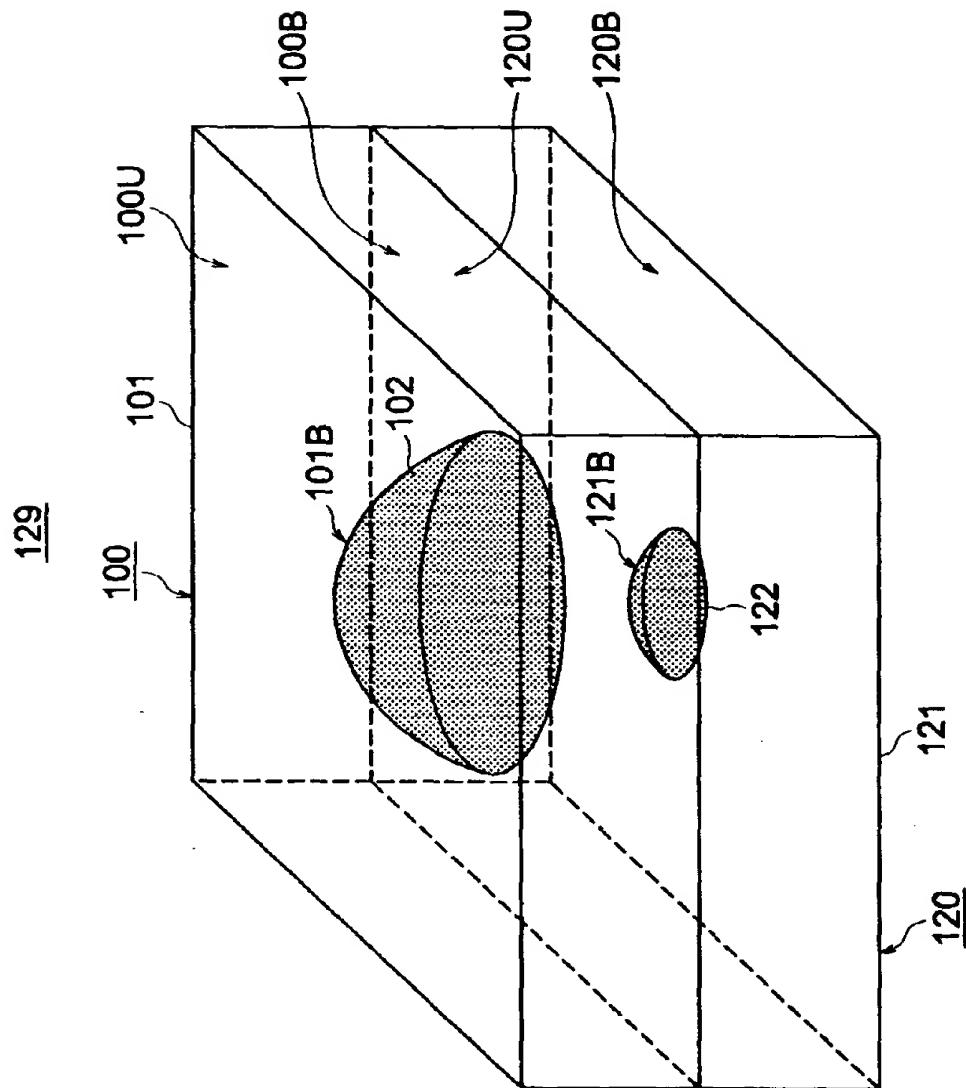
【図11】



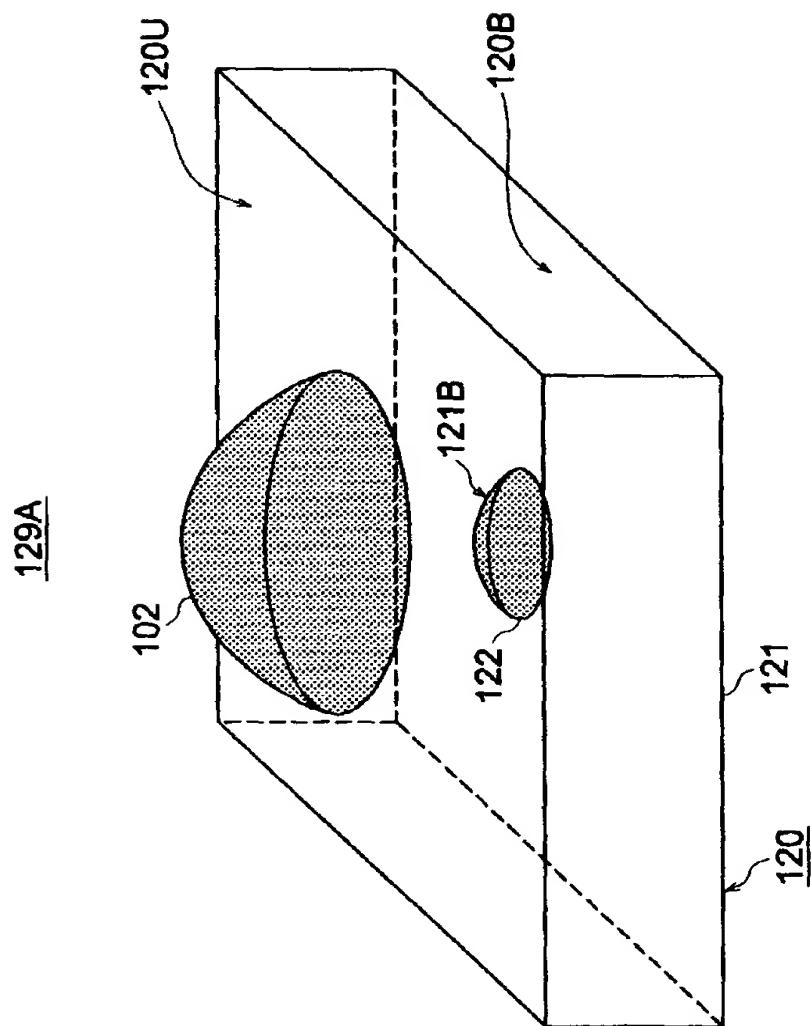
【図12】



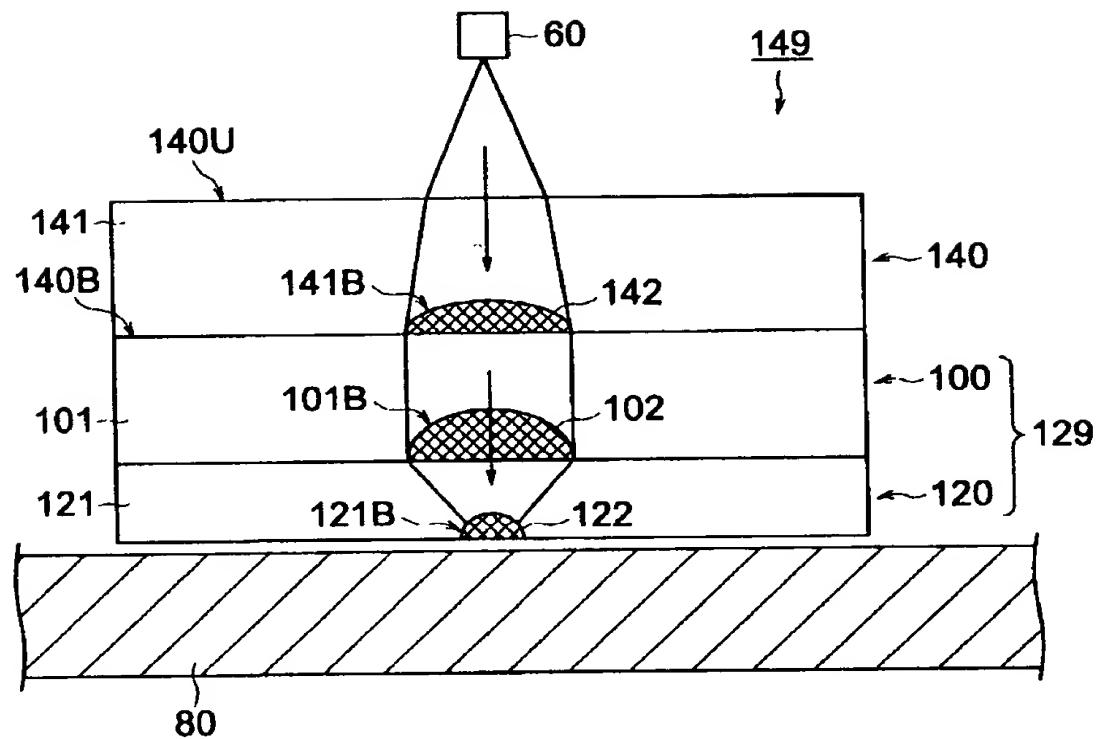
【図13】



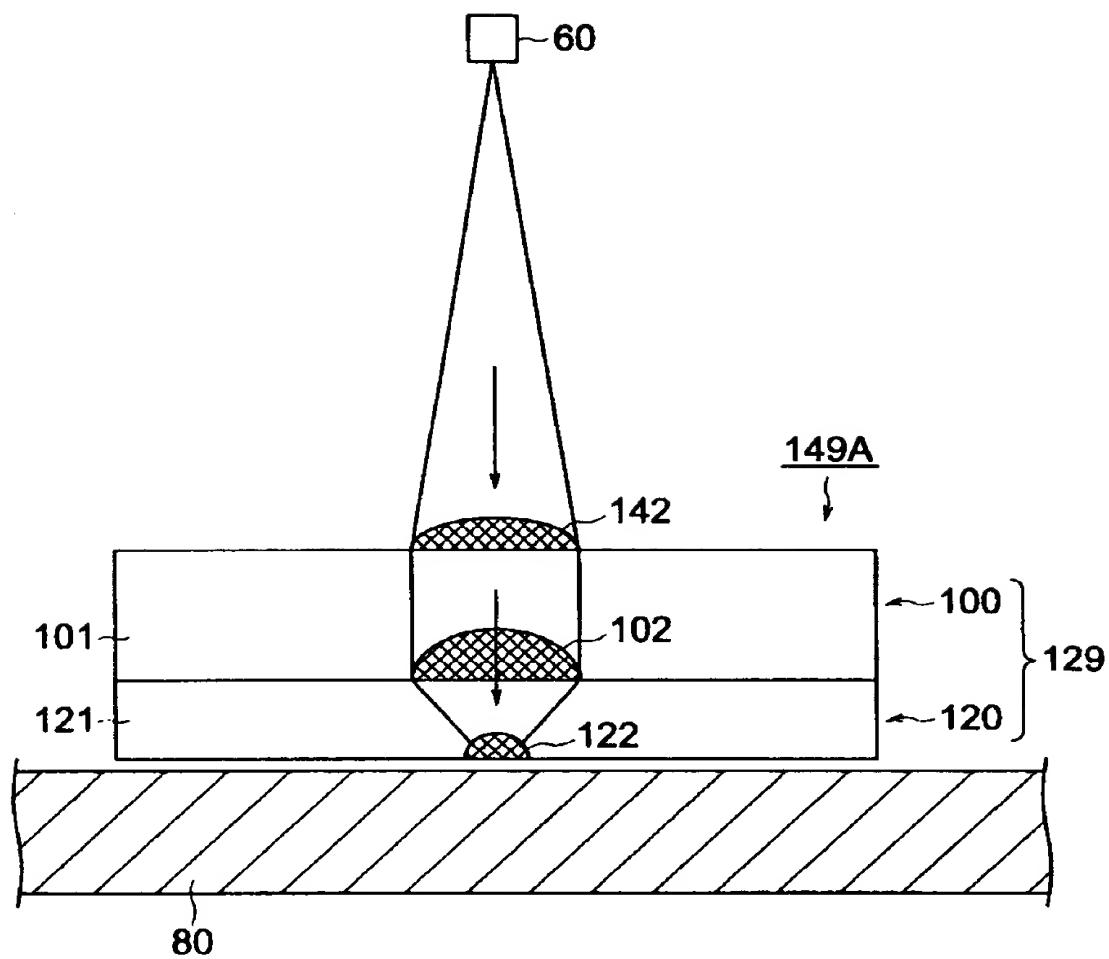
【図14】



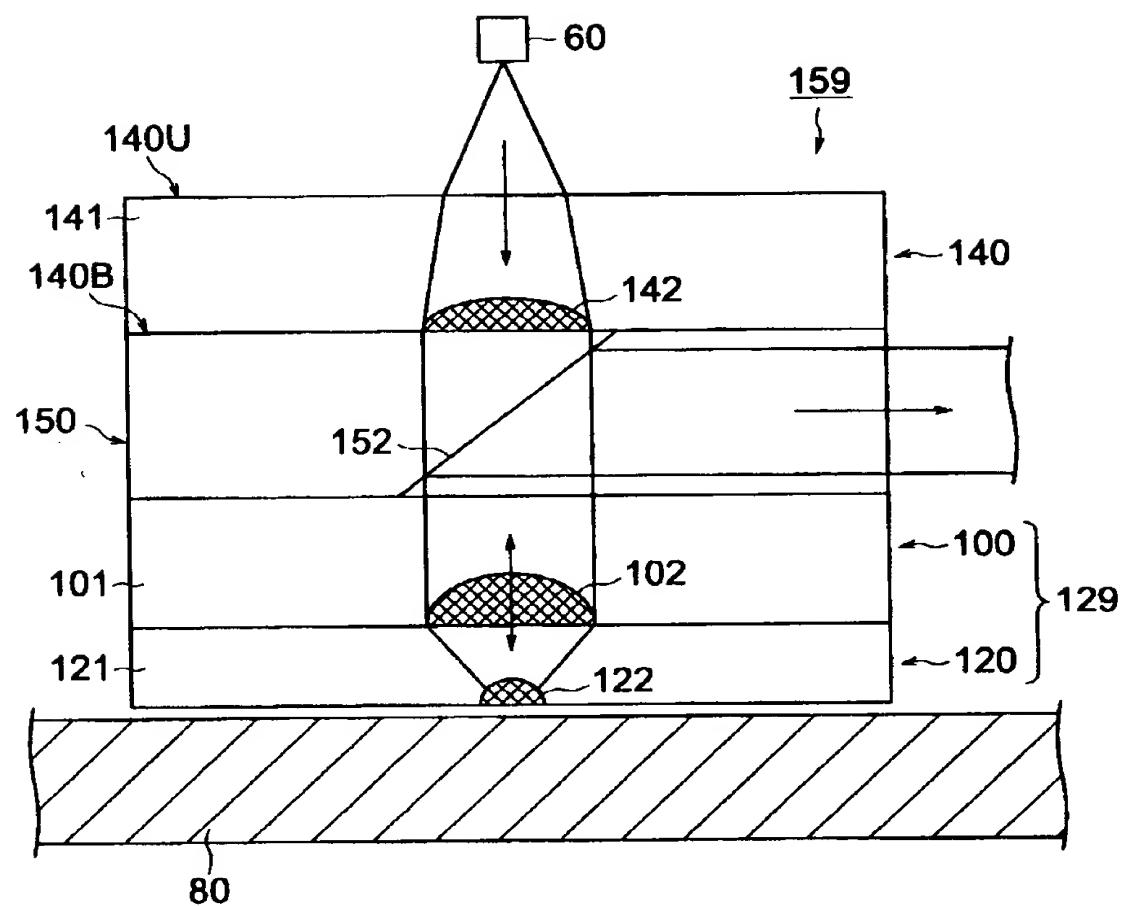
【図15】



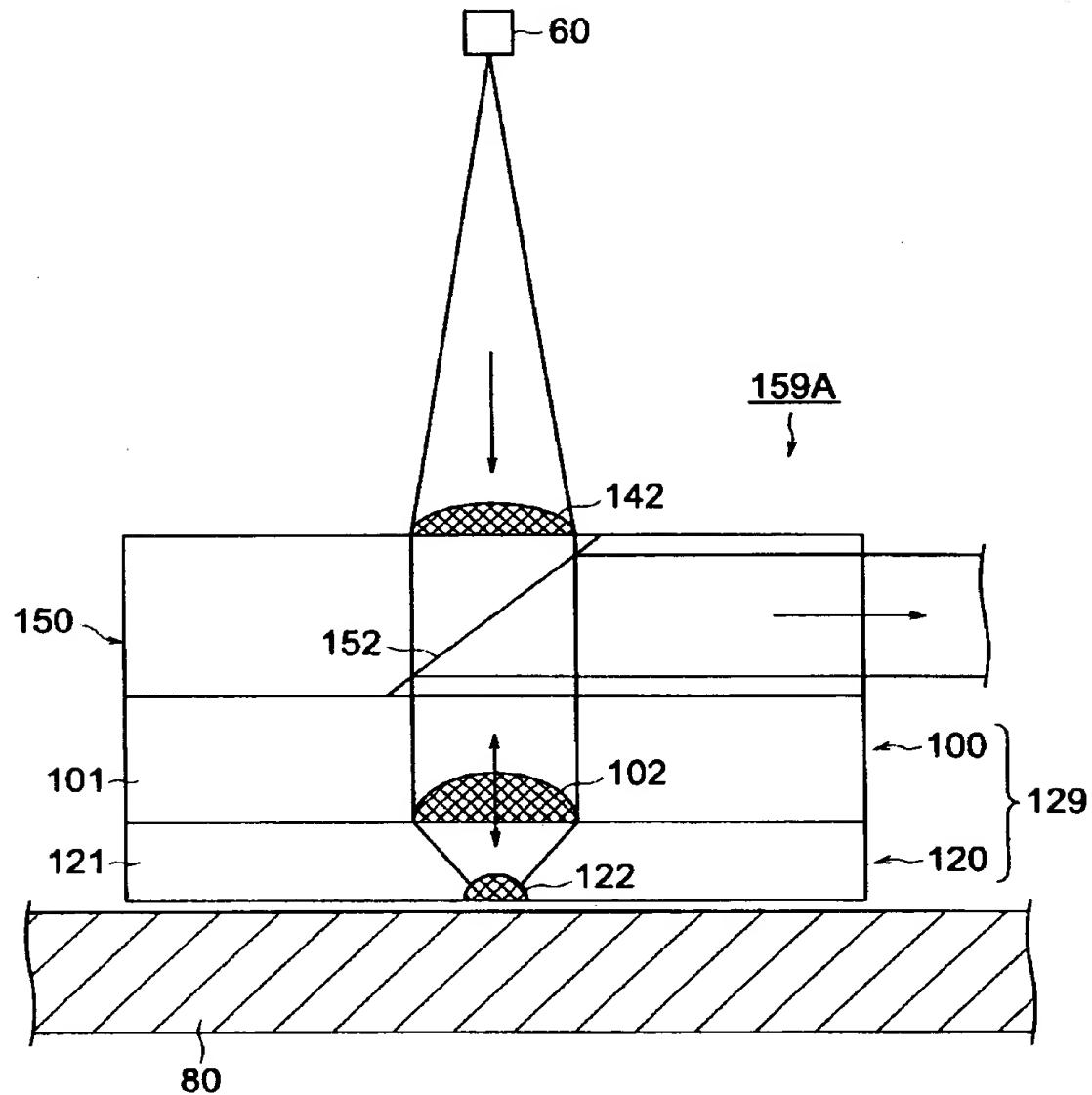
【図16】



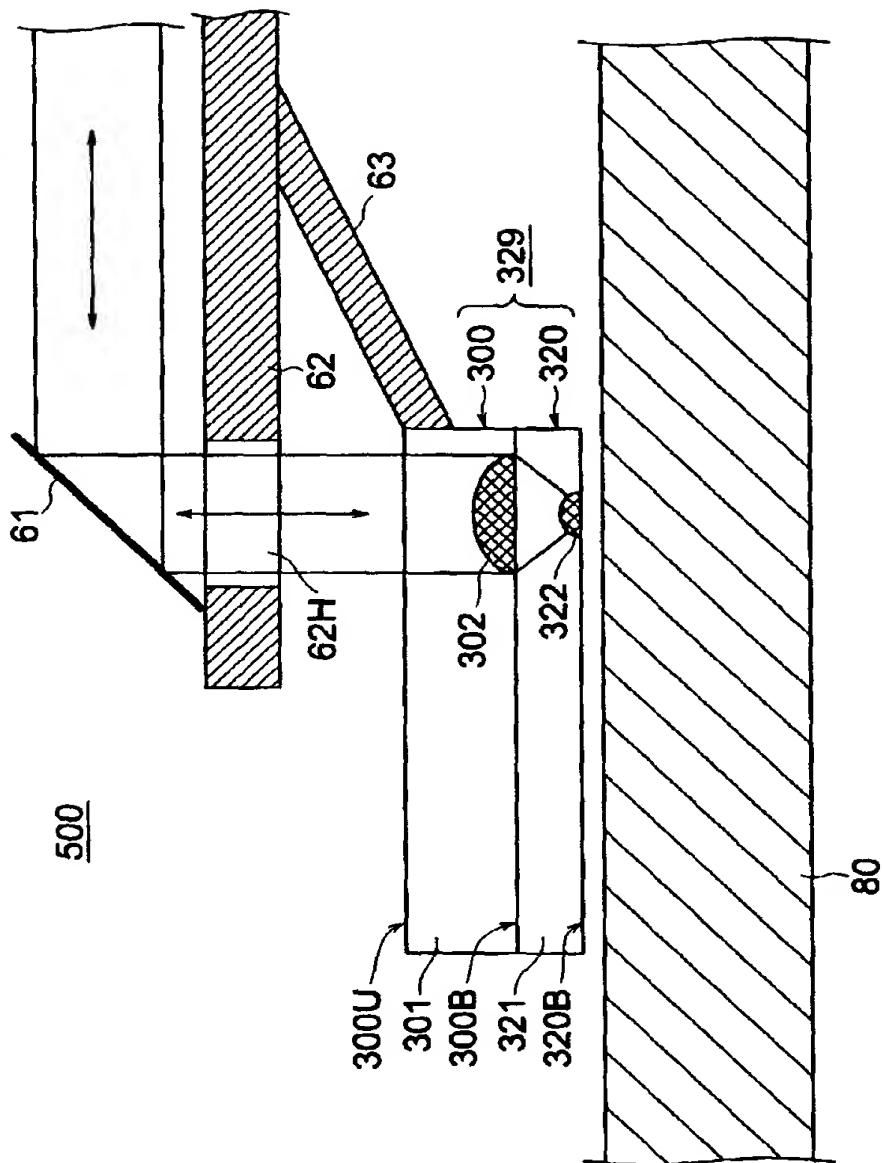
【図17】



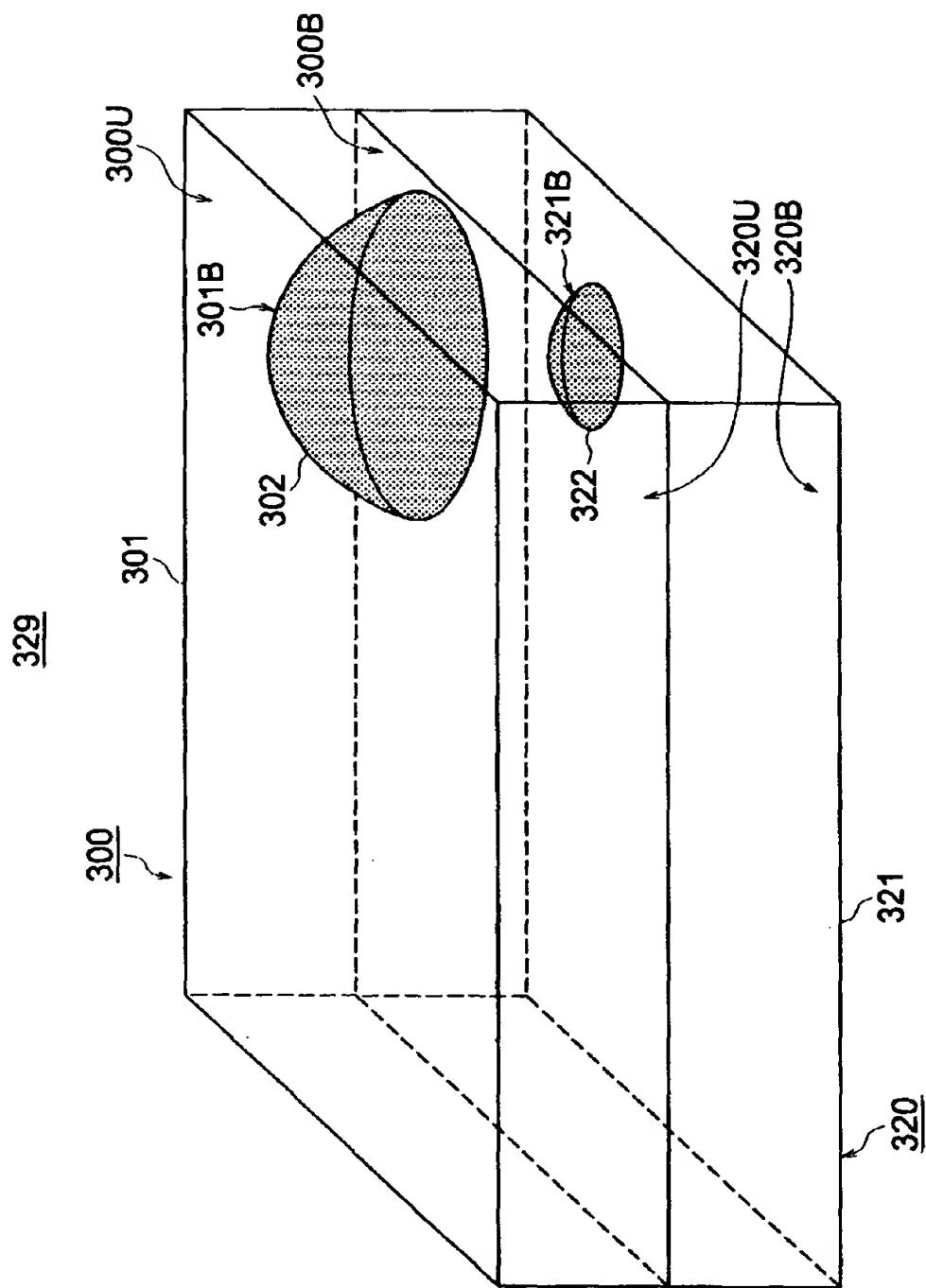
【図18】



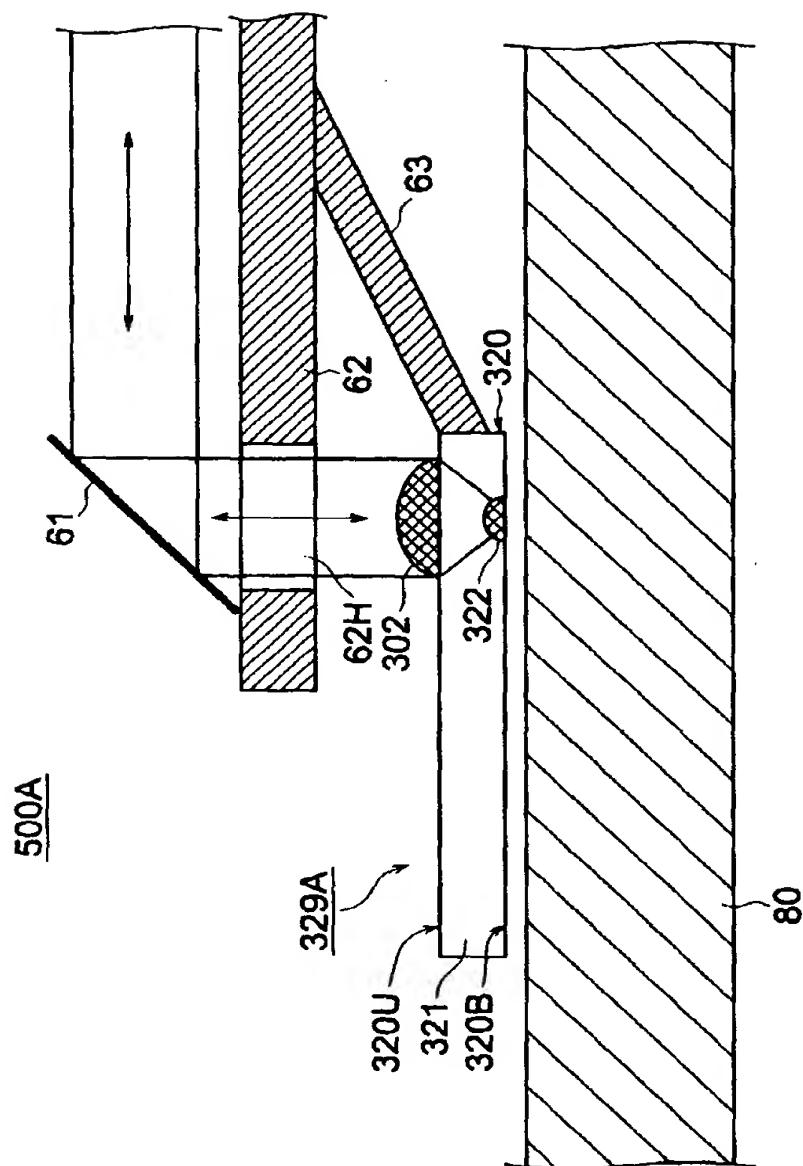
【図19】



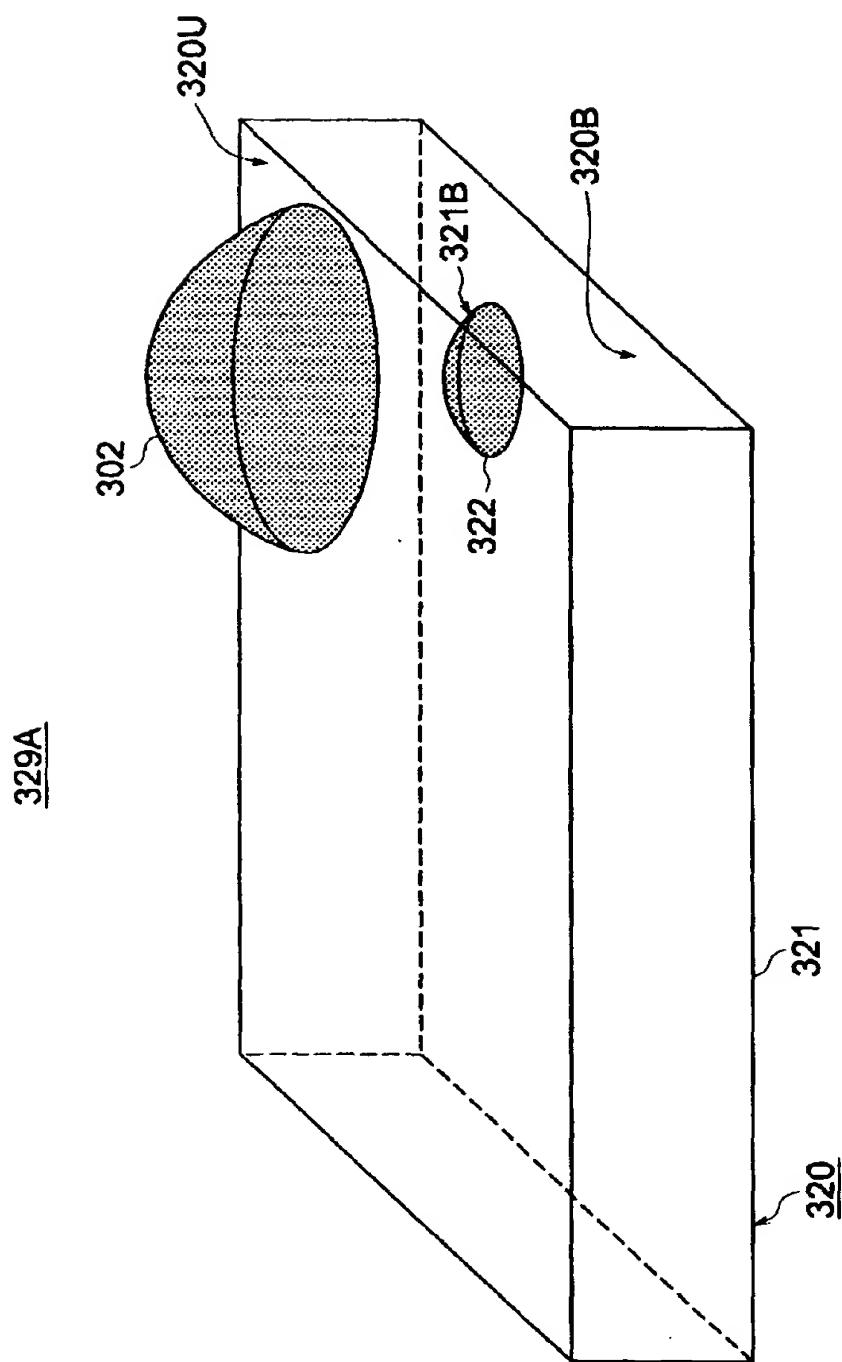
【図20】



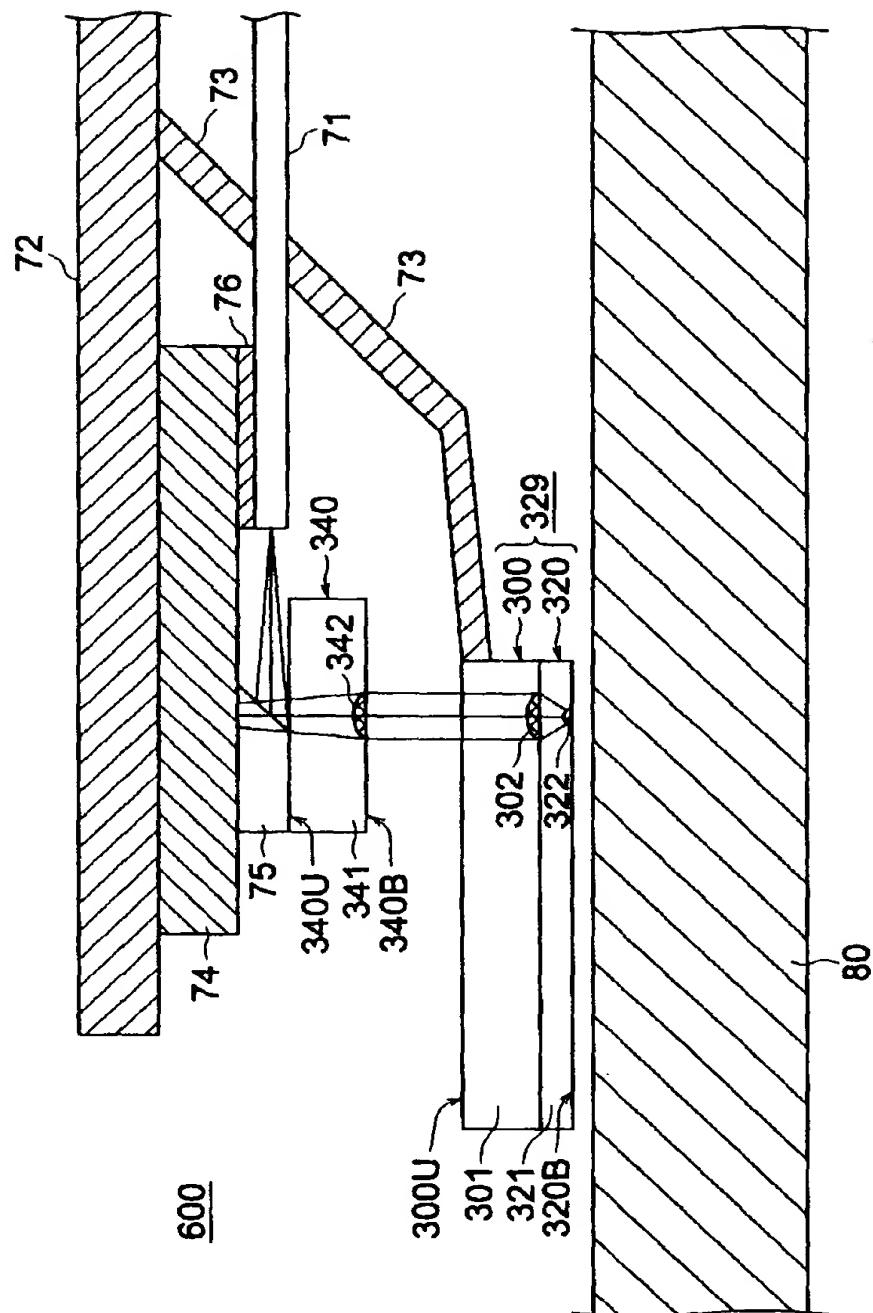
【図21】



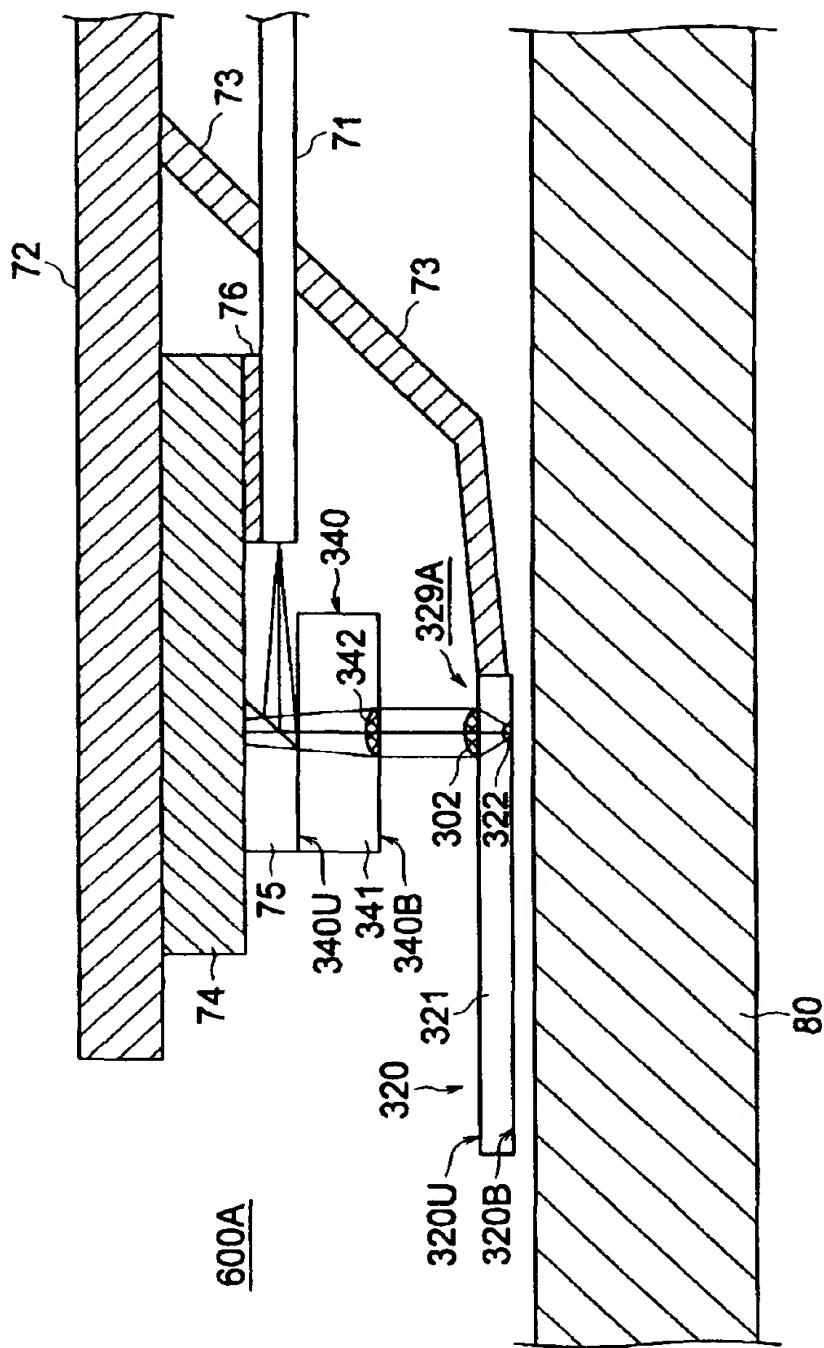
【図22】



【図23】



【図24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型で開口数が大きい光学素子を提供する。

【解決手段】 光学素子100は、第1の光学材料からなる基材101と、第1の光学材料とは屈折率が異なる第2の光学材料とを有する。基材101は、回転対称または略回転対称な形状の凹部101Bを有する。この凹部101Bには、第2の光学材料が充填されており、レンズ102を構成している。例えば、第1の光学材料を石英とし、第2の光学材料を窒化ケイ素(SiN)またはリン化ガリウム(GaP)とする。凹部101Bを小さくすることで、光学素子100を小型化可能である。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社